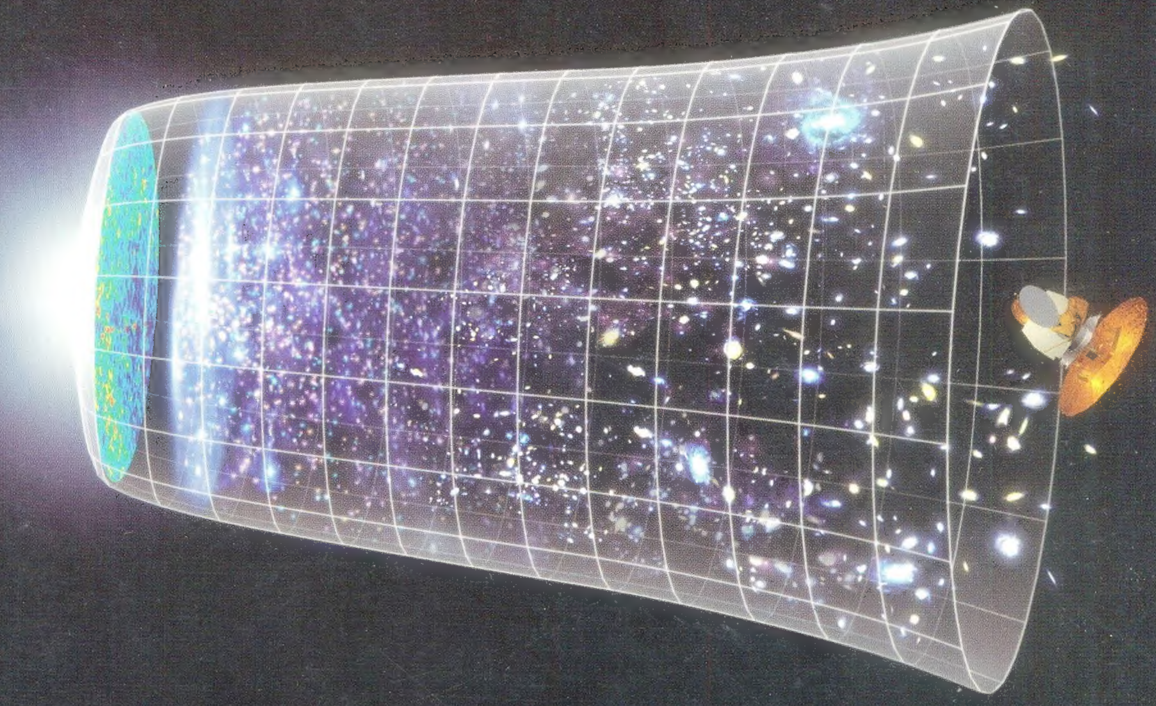
विश्वनिर्मितीचं रहस्य जाणून घेण्यासाठी केला जाणारा

'बिग बँग'चा प्रयोग

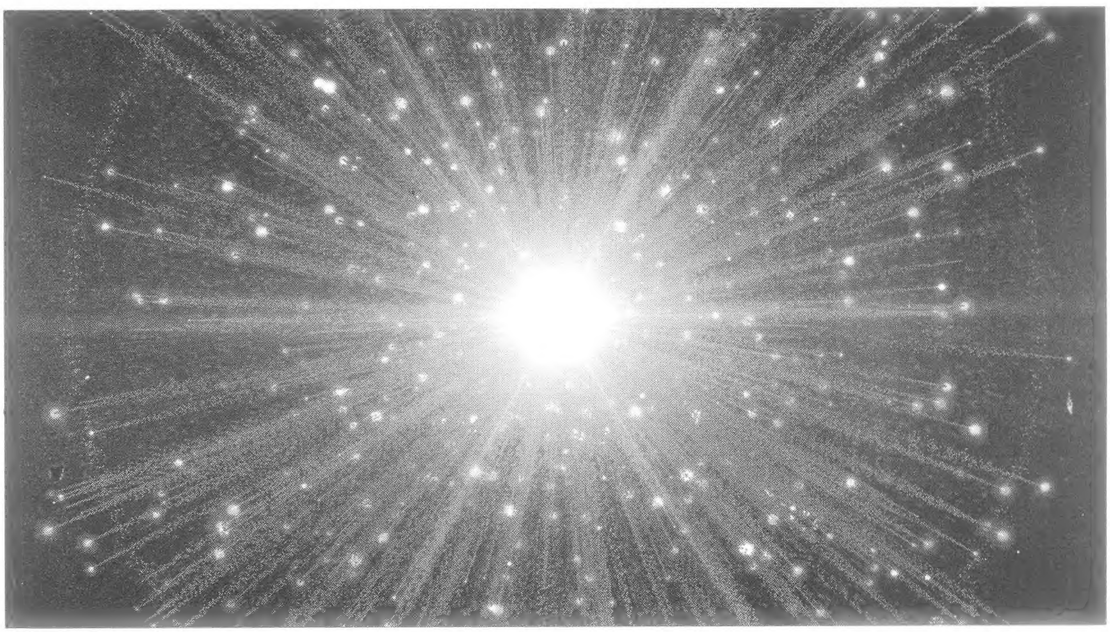


हेमंत लागवणकर

विश्वनिर्मितीचं रहस्य जाणून घेण्यासाठी केला जाणारा

'बिग बँग'चा प्रयोग

हेमंत लागवणकर



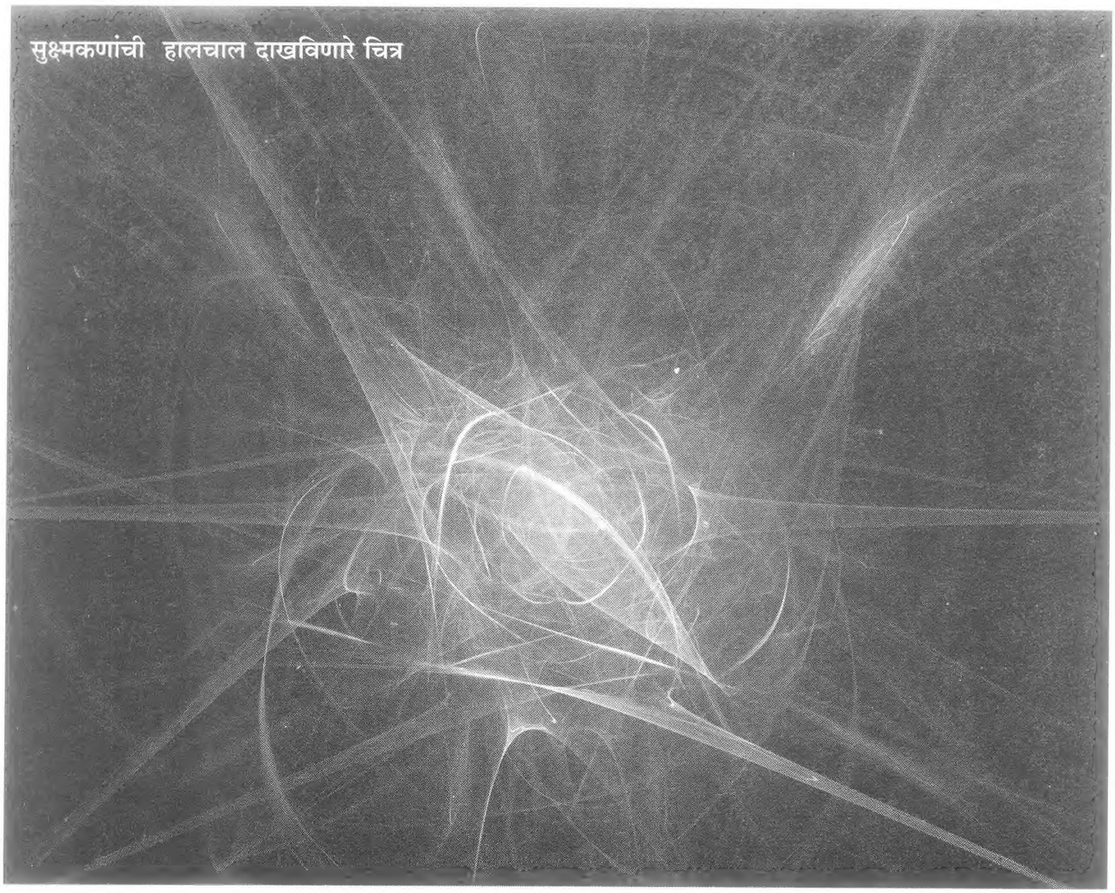
- **Big bang cha Prayog**
  Hemant Lagvankar

- प्रकाशक
  मंगेश र. वाडेकर
  अभिषेक टाईपसेटर्स ॲण्ड पब्लिशर्स
  द. बा. साठे हौ. सो.,
  १२४३, सदाशिव पेठ,
  खुन्या मुरलीधराजवळ,
  पुणे - ४११०३०.
  फोन : ०२०-२४४७१०६१
  E-mail : abhishekpublishers@yahoo.co.in

- प्रथमावृत्ती
  डिसेंबर २००८

- मुखपृष्ठ
  अश्वमेध सर्विसेस
  पुणे

- मुद्रक
  अनमोल मुद्रणालय
  १२१३ कसबा पेठ,
  पुणे



सुक्ष्मकणांची हालचाल दाखविणारे चित्र



मित्रांनो, जिनीव्हा येथे केल्या जाणाऱ्या महास्फोटाच्या महाप्रयोगाची बातमी १० सप्टेंबर २००८ च्या वर्तमानपत्रात पहिल्या पानावर झळकली आणि अनेकांच्या काळजाचा ठोका चुकला. या प्रयोगामुळे खरोखरच महास्फोट होऊन पृथ्वीचा विनाश तर होणार नाही नां? बातमी वाचून उमटलेली ही पहिली प्रतिक्रीया!

आपल्या जीवाची भिती कुणाला नाही? पण असं असलं तरी थोडासा वैज्ञानिक दृष्टीकोनातून विचार करायला काय हरकत आहे? बरं. वैज्ञानिक दृष्टीकोनाचं जरा बाजूला ठेवा. जगभरातल्या अनेक देशांमधून आलेले दहा हजारांपेक्षा जास्त शास्त्रज्ञ आणि तंत्रज्ञ ज्या प्रयोगासाठी गेली वीस वर्ष अविश्रांत काम करत आहेत, त्या जगातल्या प्रज्ञावंतांनी नसेल का केला आपल्या जीवाचा, आपल्या पृथ्वीच्या भवितव्याचा विचार! वाचून थोडंसं हायसं वाटलं नां!

या विश्वातल्या आपल्या पुढच्या प्रवासाला कदाचित कलाटणी मिळू शकेल, अशा या दोन अभूतपूर्व घटना एकाच काळात घडत आहेत. एक घटना घडते आहे जिनिव्हा येथे तर दुसरी थेट चांद्रभूमीवर!

जिनिव्हा येथे हा महाप्रयोग सुरू असतानाच भारताने आपला तिरंगा चांद्रभूमीवर फडकावला, आपल्या देशातल्या शास्त्रज्ञांनी चांद्रमोहीम फत्ते केली. विशेष म्हणजे, चांद्रमोहीम यशस्वी करणाऱ्या भारतीय शास्त्रज्ञांचा महाप्रयोगामध्येसुद्धा महत्वाचा सहभाग आहे.

या महाप्रयोगामुळे केवळ भारतातच नव्हे, तर सगळया जगभरात खळबळ माजली. गंमत म्हणजे, काही वैज्ञानिकांनीसुद्धा हा प्रयोग होऊ नये यासाठी न्यायालयाचा दरवाजा ठोठावला.

विश्वनिर्मितीचं रहस्य जाणून घेण्यासाठी केला जाणारा हा बहुचर्चित आणि वादग्रस्त ठरलेला महास्फोटाचा महाप्रयोग आहे तरी कसा, जिनिव्हा शहराजवळ सुरू केला जाणारा 'बिग बँग' चा प्रयोग हा समस्त मानव जातीच्या कल्याणासाठी आहे, की आपल्या पृथ्वीच्या विनाशाची रंगीत तालीम आहे, अशा अनेक प्रश्नांचा वेध घेतानाच त्यामागचं विज्ञान काय आहे आणि इथपर्यंत पोहोचण्यासाठी जगभरातल्या संशोधकांनी कोणकोणते प्रयत्न केले, याचा आढावा अतिशय सोप्या भाषेत करून देण्याचा हा पुस्तकरूपी प्रयत्न आहे.

E-mail: hemant_lagvankar@rediffmail.com

हेमंत लागवणकर

लेखक परिचय



हेमंत लागवणकर

M.Sc.,B.Ed.

- **विज्ञानविषयक अनेक पुस्तकांचे लेखनः**

  ✲ कथा ही चुंबकाची ✲ मोबाईल फोनच्या दुनियेत ✲ वेध हवामानशास्त्राचा

  ✲ ६१ प्रकल्पातून पर्यावरण शिक्षण (मराठी व इंग्रजी) ✲ १० वी साठी पर्यावरण अभ्यास

  ✲ प्रयोग करूया गंमतीचे ✲ प्रयोग करू विज्ञान शिकू ✲ प्रश्न तुमचे, उत्तर विज्ञानाचे

  ✲ भाषा सजीवांची ✲ होमी भाभा बालवैज्ञानिक स्पर्धा परिक्षांसाठी पुस्तकांचे लेखन.

- **आध्यपन व शिक्षण क्षेत्रात कार्यरत**

- **आकाशवाणीसाठी लेखनः**

१९८९ सालापासून आकाशवाणी, मुंबई केंद्रावरून प्रसारित होणाऱ्या सुमारे २०० हून अधिक कार्यक्रमांमध्ये लेखन, निर्मिती आणि सादरीकरण यामध्ये सहभाग.

आकाशवाणी, मुंबई केंद्रावरून प्रसारित होणाऱ्या पर्यावरण विषयाशी संबंधित 'परिसर' या कार्यक्रमासाठी नियमित लेखन.

२००३ साली 'वारियाची वार्ता' ह्या हवामानावर आधारित असलेल्या १३ भागांच्या मालिकेचे आकाशवाणी, मुंबईसाठी लेखन आणि निर्मिती.

२००५ साली महाराष्ट्र शासनाच्या 'जलस्वराज्य' योजने वर आधारित 'जलस्वराज्य' या नाटयरूप मालिकेच्या २६ भागांचे आकाशवाणीसाठी लेखन आणि निर्मिती.

२००७ साली महाराष्ट्र शासनाच्या 'सुरक्षित जल अभियान' योजने वर आधारित 'वसा जलस्वच्छतेचा' या नाटयरूप मालिकेच्या ४० भागांचे आकाशवाणीसाठी लेखन आणि निर्मिती.

- **वृत्तपत्रीय लेखनः**

जानेवारी १९९७ ते नोव्हेंबर १९९८ या कालावधीत 'न्यूजहाऊस' ह्या मुलांसाठी असलेल्या साप्ताहिकासाठी विज्ञान विषयक सदरासाठी उपसंपादक.

जुलै १९९७ ते डिसेंबर २००१ या कालावधीत 'सकाळ' दैनिकासाठी 'आर्यभट्ट' या टोपण नावाने 'विज्ञान वार्ता' ह्या स्तंभाचं लेखन.

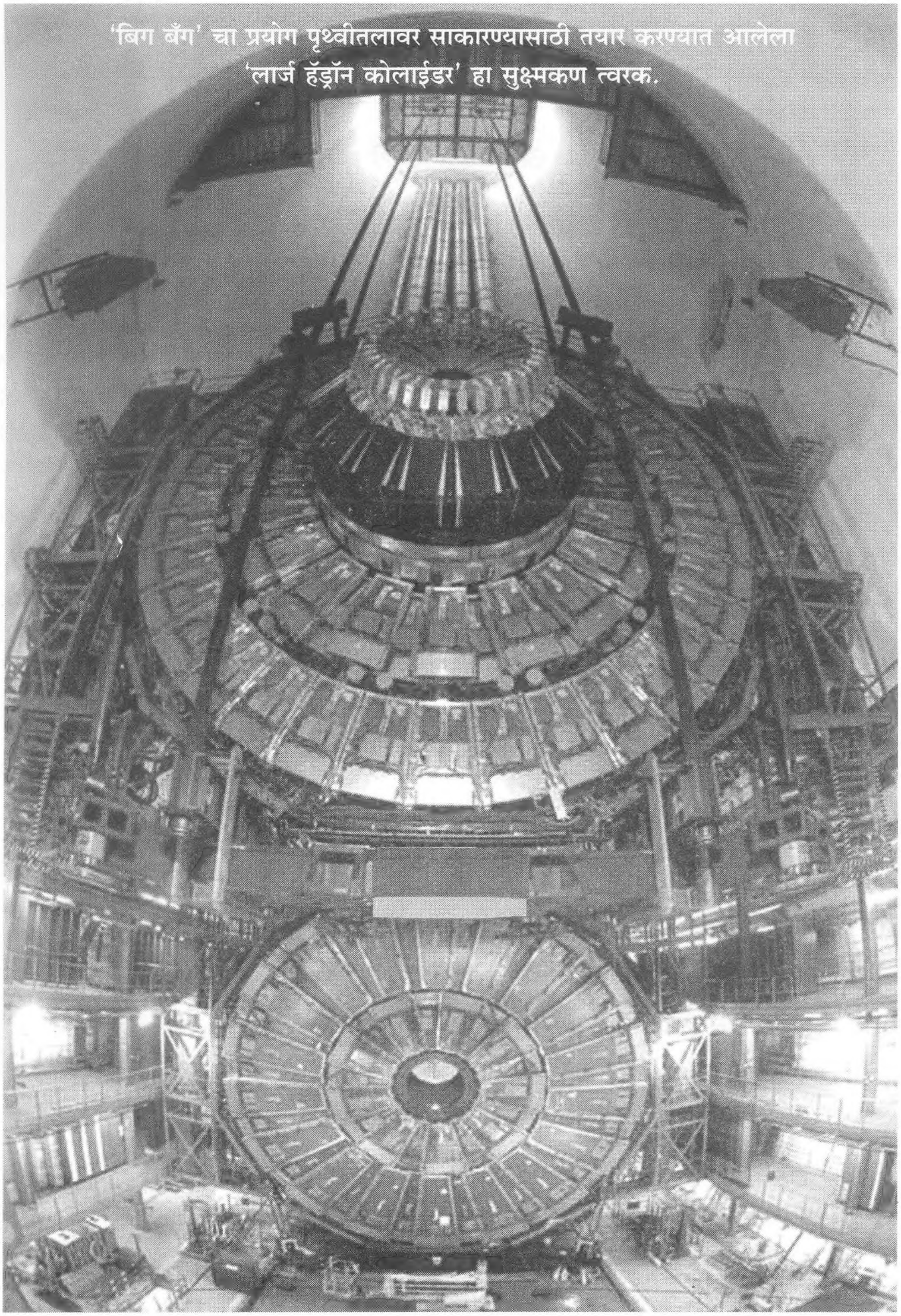
जानेवारी २००२ ते डिसेंबर २००२ या कालावधीत 'सफर विज्ञान विश्वाची' ह्या साप्ताहिक सदराचे दैनिक गावकरी साठी लेखन.

सकाळ, गावकरी, लोकसत्ता, अमृत, विवेक, तसेच मराठी विज्ञान परिषदेमार्फत प्रकाशित केले जाणारे विज्ञान पत्रिका हे मासिक यामधून विज्ञान विषयक लेखन.

■ ■ ■

अनुक्रमणिका

■ ■ ■



'बिग बँग' चा प्रयोग पृथ्वीतलावर साकारण्यासाठी तयार करण्यात आलेला 'लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडर' हा सुक्ष्मकण त्वरक.

१. विश्वाचा महाप्रचंड पसारा

अनेक तालुक्याचा एक जिल्हा तयार होतो. अनेक जिल्ह्यां एक राज्य बनतं. अशा अनेक राज्यांनी तयार झालेला आपला भारत देश. अशा अनेक देशांचं मिळून तयार होणारं आपलं जग. त्यावर असलेली जमिन, पाणी, हवा हे सगळं मिळून तयार झालेली आपली पृथ्वी, सूर्याभोवती भ्रमण करणारी! सूर्यमालेतल्या नऊ ग्रहांपैकी जीवसृष्टी असणारा एकमेवाद्वितीय ग्रह.

पृथ्वीप्रमाणेच इतर आठ ग्रह, त्यांचे उपग्रह, लघुग्रह, त्याचप्रमाणे, सूर्यासारखे अब्जावधी तारे मिळून तयार होणारी आपली 'आकाशगंगा' नावाची दिर्घिका. या दिर्घिकेचा आकार केवढा आहे माहिती आहे? आपल्या आकाशगंगेच्या एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत प्रकाशाच्या वेगाने (म्हणजे एका सेकंदाला ३००००००००० मिटर इतक्या वेगाने) जरी जायचं ठरवलं तरी आपल्याला लागतील तब्बल १००००० वर्ष! आणि अशा अब्जावधी दिर्घिका मिळून तयार झालं आहे, आपले विश्व! विश्वाच्या एका टोकापासून दुसऱ्या टोकाकडे जाण्यासाठी प्रकाशाच्या दहापट वेगाने जरी एक यान निघालं तरी हा प्रवास पूर्ण करण्यासाठी त्याला लागतील तीन लाख वर्ष! अर्थात, विश्वाला सरळ फेरी मारून पहिल्या ठिकाणी पोहोचण्याची ही कल्पना केवळ एखाद्या विज्ञान कादंबरीतच शोभून दिसेल, कारण प्रकाशाच्या वेगापेक्षा जास्त वेगाने आपण जाऊच शकत नाही. पणं या आकडेमोडीवरून विश्वाच्या अफाट पसाऱ्याची कल्पना मात्र आपल्याला येते.



ज्या आकाशगंगेचे आपण रहिवासी आहोत,
ती आपली आकाशगंगा

असंख्य दिर्घिकांनी तयार झालेल्या आपल्या विश्वाच्या एका अत्यंत सुक्ष्म भागात आपली आकाशगंगा आहे. एवढया मोठया विश्वाच्या तुलनेमध्ये आपली पृथ्वी आणि या पृथ्वीवर असलेला मानव किती क्षुल्लक आहे, याची कल्पनासुद्धा आपण करू शकत नाही.

काहीवेळा, हे विश्व म्हणजे नेमकं काय आहे, ते कधी निर्माण झालं आणि ह्या महाप्रचंड विश्वाची निर्मिती कुणी केली, या विश्वामध्ये नेमक्या किती दिर्घिका आहेत, आपल्या नजरेस पडणारं आकाश कुठे संपतं, ह्या आकाशाच्या पलिकडे वेगळं विश्व आहे का, आपलं हे विश्व यापुढेही असंच राहील का ते नष्ट होईल, असे अनेक प्रश्न आपल्या मनात येतात. कधीकधी या प्रश्नांचा ससेमिरा इतका आपल्या पाठीमागे लागतो की विचार करून डोकं गरगरायला लागतं.

विश्वाच्या आकाराबद्दलचं कुतूहल कवींच्या शब्दांमधूनही प्रकट झाल्याची उदाहरणं आहेत. कवी केशवसूत म्हणतात, 'या विश्वाचा आकार केवढा? ज्याच्या त्याच्या डोक्याएवढा!'

या ओळी जेव्हा केशवसूतांनी लिहील्या तेव्हा विश्वाच्या उत्पत्तीसंदर्भात वैज्ञानिक फारसा विचार करत नव्हते. पण, केशवसूतांचे शब्द अतिशय बोलके आहेत. त्यांच्या मते, विश्वाचा आकार जाणून घेण्याची क्षमता ही मानवाच्या बुद्धीमत्तेमध्ये आहे. ज्याच्याकडे जितकी जास्त बुद्धीमत्ता, त्याच्याकडे विश्वाचं आकलन करण्याची जास्त क्षमता!

मित्रांनो, खरं म्हणजे, विश्वाच्या संदर्भात भेडसावणाऱ्या अनेक प्रश्नांची उत्तरं आज शास्त्रज्ञसुद्धा शोधताहेत. त्यांनासुद्धा या प्रश्नांची ठोस उत्तरं अजून मिळालेली नाहीत. पण, ही उत्तरं शोधण्यासाठी ते सातत्याने नवनविन प्रयोग करत आहेत.

■ ■ ■

२. विश्वाचा जन्म

बी मधून नविन रोप निर्माण होते आणि या रोपाची वाढ होऊन त्याचं मोठं झाड बनतं. अंडयातून पिल्लू बाहेर येतं आणि हळूहळू ते वाढतं. असाच झाला असेल का, आपल्या विश्वाचा जन्म? जर आपल्या विश्वाचा जन्म असा झाला असेल तर या विश्वाला जन्म देणारी ती 'बी' किंवा 'अंडं' होतं तरी कसं?

जगातल्या जवळपास सगळयाच धर्मांमध्ये विश्वाच्या निर्मितीबद्दल मतं मांडलेली आढळतात. हिंदू धर्मामध्ये असलेल्या चार वेदांपैकी ऋग्वेदामध्ये विश्वाच्या निर्मितीविषयी प्रश्न उपस्थित केलेले आहेत. विश्वाची निर्मिती नक्की कशापासून झाली, ही सृष्टी कशी निर्माण झाली हे कोण सांगू शकेल? आपले देवसुद्धा विश्वाच्या निर्मितीनंतरचेच. म्हणजे, ह्या विश्वाची निर्मिती देवांनी केली, असं म्हणायला मुळीच जागा नाही. विश्वाविषयी काही गंमतीशीर कल्पनासुद्धा प्राचीन काळी प्रचलित होत्या. पुराणामध्ये म्हटलं आहे, मेरू पर्वत हा सगळया विश्वाचा कणा आहे आणि विश्वातले सगळे तारे ह्या कण्याभोवती फिरत आहेत. उत्तर गोलार्धात देवांचं आणि दक्षिण गोलार्धात दानवांचं, म्हणजेच राक्षसांचं राज्य आहे, अशीही त्याकाळी समजूत होती.

विश्वाची निर्मिती कशी झाली, यामागची ठोस उत्तरं न सापडल्यामुळेच अशा प्रकारच्या कल्पना मानवी मेंदूतून जन्माला आल्या.

अधुनिक विज्ञानामध्येसुद्धा विश्वाच्या निर्मितीविषयी अनेक शास्त्रज्ञांनी अनेक मतं मांडली, आपल्या कल्पना जगासामोर ठेवल्या. यातल्या काही कल्पना स्विकारण्यात आल्या तर काहींना मान्यता मिळाली नाही.

विश्व निर्मितीच्या सुरूवातीच्या क्षणात विश्वाची घनता आणि तापमान दोन्ही अमर्याद असली पाहिजे, असा निष्कर्ष शास्त्रज्ञांनी केलेल्या संशोधनानुसार आणि गणितीय प्रारूपांच्या आधारे निघतो. म्हणजेच, विश्वाच्या जन्माच्या वेळी विश्वाची स्थिती कुठल्याही ज्ञात किंवा तर्कशुद्ध स्थितीपेक्षा वेगळी होती. अशा स्थितीमध्ये एका महाप्रचंड विस्फोटातून म्हणजेच 'बिग बँग' मधून विश्वाचा प्रारंभ झाला असावा, असा खगोलशास्त्रज्ञांचा तर्क आहे. यालाच विश्वाचा महास्फोटाचा सिद्धांत किंवा बिग बँग थिअरी असे म्हणतात. साधारणपणे १५ ते २० अब्ज वर्षांपूर्वी हा महास्फोट झाला असावा, असा शास्त्रज्ञांचा अंदाज आहे.

'बिग बँग' हे नामकरण सुप्रसिद्ध शास्त्रज्ञ फ्रेड हॉयेल (१९१५-२००१) यांनी केलं. गंमत म्हणजे, फ्रेड हॉयेल हे महास्फोटाच्या सिद्धांताचे कट्टर विरोधक मानले जातात. त्यांच्या मते, महास्फोटाच्या सिद्धांतानुसार विश्वाची सुरूवात एका अतर्क्य घटनेमधून झाली, असं म्हणणंच मुळी विज्ञानाला



बिग बँग सिद्धांताचे विरोधक फ्रेड हॉयेल

धरून नाही. त्याचप्रमाणे, महास्फोटाच्या घटनेपासून आजपर्यंतचा कालावधी जो मानला जातो, तो तारकाविश्वांच्या निर्मितीला पुरेसा नाही. पण, हॉयेल यांनी आपल्या रेडियोवरच्या भाषणामध्ये उपहासाने उच्चारलेलं 'बिग बँग' हे नाव विश्वाच्या निर्मितीला चिकटलं ते कायमचंच!

ज्या सिद्धांतावर खुद्द शास्त्रज्ञांमध्येच आपापसात मतभेद होते, तो महास्फोटाचा सिद्धांत नेमका आहे तरी काय? महास्फोटाच्या सिद्धांतानुसार सुमारे पंधरा ते वीस अब्ज वर्षांपूर्वी हे विश्व म्हणजे एका अतिसुक्ष्म कणाच्या रूपात होतं. त्यावेळी एका क्षणापेक्षाही अतिसुक्ष्म कालावधीत म्हणजे $१०^{-४३}$ सेकंदामध्ये या बिंदूरूप आणि अतितप्त कणाचा महास्फोट झाला. एखाद्या बॉम्बचा स्फोट व्हावा, अशीच ही घटना, पण महाप्रचंड प्रमाणात घडून आलेली! दिवाळीमध्ये फटाक्याची वात पेटवल्यावर फटाका फुटण्यासाठी थोडा वेळ जावा लागतो. थोडया वेळाने हा फटाका फुटल्यावर काय होतं? फटाक्यासाठी वापरलेल्या कागदाचे, दोऱ्याचे बारिक तंतू, जळलेल्या दारूचे सुक्ष्म कण इतस्ततः विखुरतात. अगदी त्याचप्रमाणे महास्फोटातून हळूहळू वेगवेगळया सुक्ष्म कणांची निर्मिती झाली. महास्फोटानंतर विश्वाच्या कालगणनेस सुरूवात झाली. विश्वाची निर्मिती होण्याअगोदर अवकाश, काल आणि पदार्थ या तिन्ही गोष्टी अस्तित्वात नव्हत्या. विश्वाची निर्मिती झाल्यानंतरच त्यांची निर्मिती झाली आणि कालातंराने सध्या असलेले विश्व अस्तित्वात आले.

१९७० च्या सुमारास तीन ब्रिटीश वैज्ञानिक स्टिफन हॉकींग, जॉर्ज एलिस आणि रॉजर पेनरोज यांनी अल्बर्ट आईन्स्टाईन यांच्या सापेक्षतावादाच्या सिद्धांताच्या परिणामांवर केलेलं संशोधन प्रसिद्ध केलं. या संशोधनामध्ये त्यांनी अवकाश आणि काल यांना विशिष्ट अशी सुरूवात होती, असं म्हटलं आहे. अवकाश आणि काळाच्या या सुरूवातीनंतरच पदार्थ अस्तित्वात आला, असंही मत त्यांनी व्यक्त केलं आहे.

महास्फोट झाल्यापासून विश्वातल्या अनेक घटकांची निर्मिती होण्यासाठी केवळ तीन मिनीटांचा काळ लागला होता.

काही संशोधकांच्या मते मात्र, विश्वाची निर्मिती होताना बाँब फुटावा तसा महास्फोट वगैरे काही झाला नाही. एक अत्यंत सुक्ष्म फुगा हळूहळू फुगत मोठा होत जावा, तशी विश्वाची निर्मिती झाली असल्याचं या संशोधकांचं म्हणणं आहे.

■ ■ ■

३. विश्वाच्या इतिहासाचे आठ टप्पे

व्यावहारीक जगात माणसाच्या आयुष्याचे आपण तीन टप्पे केले आहेत ह्न बालपण, तारूण्य आणि वार्धक्य. त्याचप्रमाणे, विश्वाच्या इतिहासाची आठ टप्प्यांमध्ये विभागणी केली जाते. ही विभागणी करताना विश्वाचा जन्म हा महास्फोटातून झाला असल्याचं मानलं आहे. अर्थात, विश्वाच्या सुरूवातीच्या काळाबद्दल आपण ठोस काहीच सांगू शकत नाही. मात्र, त्याबद्दल संशोधकांनी केलेले अंदाज सर्वमान्य आहेत.

पहिला टप्पा: विश्वाचा पहिला टप्पा हा अत्यंत सुक्ष्म कालावधीसाठी, म्हणजे महास्फोटापासून

$१०^{-४३}$ सेकंद (म्हणजे दशांश चिन्हानंतर ४२ शून्ये व त्यानंतर १) इतका मानला जातो. या अतिसुक्ष्म कालावधीमध्ये शून्य आकाराच्या अतितप्त कणामधून विश्वाची उत्पत्ती झाली. या कालावधीत आपल्या नवजात विश्वाचा आकार इतका सुक्ष्म होता की, ते इलेक्ट्रॉन मायक्रोस्कोपमधूनसुद्धा दिसले नसते. यावेळी विश्वाचा आकार हा बुडबुडयासारखा असावा, असं मानलं जातं. विश्व निर्मितीच्या या पहिल्या टप्प्यामध्ये विश्वात आढळणारी चारही बलांची, म्हणजे गुरूत्वीय बल, विद्युतचुंबकीय बल, अणूकेंद्रकीय बल आणि क्षीण बल यांची तीव्रता सारखीच होती.

दुसरा टप्पा: विश्वाच्या निर्मितीनंतर $१०^{-४३}$ सेकंदांपासून ते $१०^{-३४}$ सेकंदांपर्यंत विश्वाच्या इतिहासातला दुसरा टप्पा मानला जातो. हा कालावधीसुद्धा अत्यंत सुक्ष्म आहे. पण, या कालावधीत विश्वाचा आकार चक्क $१०^{५०}$ पटींनी (म्हणजे १ वर ५० शून्ये) वाढला. विश्वाच्या प्रसरणाचा हा वेग प्रकाशाच्या वेगापेक्षाही जास्त होता.

या टप्प्यामध्ये गुरूत्वीय बल हे इतर तीन बलांपासून वेगळं झालं.

तिसरा टप्पा: विश्वाच्या इतिहासातला तिसरा टप्पा $१०^{-३४}$ सेकंदांपासून ते ३ मिनीटांपर्यंत मानला जातो. हा विश्वाच्या वाढीचा काळ! याच काळात क्वर्क हे मूलकण एकत्र येऊन त्यांच्यापासून प्रोटॉन आणि न्युट्रॉन तयार झाले. या कालावधीत विश्वाचा आकार प्रचंड वाढला.

चौथा टप्पा: विश्वाच्या अतिप्रचंड तापमानामुळे कोणत्याही अणूची निर्मिती होत नव्हती. अणूचा गाभा तयार झाल्यावर अतिप्रचंड तापमानामुळे त्याचे तुकडे व्हायचे. पण, तुलनेने तापमान कमी झाल्यामुळे अणू तयार होण्याची प्रक्रीया सुरू झाली. सुरूवातीला प्रोटॉन आणि इलेक्ट्रॉन तयार झाले असावेत आणि त्यांच्यातल्या परस्पर अभिक्रीयेमधून न्युट्रॉन निर्माण झाले असल्याची शक्यता शास्त्रज्ञांना वाटते. याच काळात हेलियमचे अणू तयार झाले. त्यावेळी विश्वात प्रामुख्याने दोनच मूलद्रव्यांच्या केंद्रकांचे अस्तित्व होते, हायड्रोजन आणि हेलियम! या दोघांचं प्रमाण ७५ टक्के हायड्रोजन आणि २५ टक्के हेलियम असं होतो.

विश्वाच्या निर्मितीनंतर ३ मिनिटांपासून सुरू झालेला हा टप्पा तब्बल तीन लाख ऐंशी हजार वर्षांपर्यंत मानला जातो. विंश्वाच्या बाल्यावस्थेच्या या काळात अणूची निर्मिती झाली असली तरी पाचपेक्षा जास्त मूलकण असलेलं केंद्रक तयार होण्यासारखी परिस्थिती नव्हती.

पाचवा टप्पा: विश्वाच्या निर्मितीला तीन लाख ऐंशी हजार वर्ष उलटून गेली होती. पण तरीही विश्वाच्या एकंदर कालमापनाचा विचार करता विश्व अजून लहानच होतं. फारतर ते त्यावेळी नुकतंच शाळेत जायला लागलं होतं, असं आपण म्हणूया!

चौथ्या टप्प्याच्या शेवटापर्यंत या विश्वात प्रकाश नव्हता. सगळीकडे अंधाराचं साम्राज्य! प्रकाश उत्सर्जित झाला की लगेच तो शोषून घेतला जायचा. पाचव्या टप्प्यात मात्र प्रकाश बाहेर पडायला सुरूवात



विश्वाच्या इतिहासाचे आठ टप्पे

झाली. आजसुद्धा विश्वामध्ये हाच प्रकाश सुक्ष्म तरंग लांबी असलेल्या रेडियो लहरींच्या रूपात अस्तित्वात आहे. विश्वाच्या इतिहासातला हा पाचवा टप्पा १०० कोटी वर्षांपर्यंत मानला जातो.

सहावा टप्पाः विश्वाच्या निर्मितीनंतर १०० कोटी वर्षांपासून ६५० कोटी वर्षांपर्यंतचा काळ म्हणजे विश्वाच्या वाढीचा सहावा टप्पा. हा विश्वाच्या पौंगंडावस्थेचा काळ! याच काळात कार्बन, ऑक्सीजन, नायट्रोजन ही मूलद्रव्यं तयार झाली, तसंच विश्वामध्ये वेगवेगळया दिर्घीकांचा जन्म होऊ लागला.

सातवा टप्पाः जन्मापासून सुमारे ६५० कोटी वर्षांनी आपल्या विश्वाने तारूण्यात प्रवेश केला, असं आपण म्हणू शकतो. विल्यम डि सिटर या शास्त्रज्ञाने मांडलेल्या कल्पनेप्रमाणे विश्वाच्या प्रसरणाला सुरूवात झाली, ती याच टप्प्यामध्ये! विश्वातल्या वेगवेगळया घटकांमध्ये असलेलं गुरूत्वीय बल झुगारून विश्वाच्या प्रसरणाला सुरूवात झाली आणि अजूनही हे विश्व सतत प्रसरण पावतच चाललं आहे. सहाजिकच विश्वाचा पसारा प्रत्येक क्षणाला वाढतोच आहे.

आठवा टप्पाः विश्वाच्या इतिहासातला आठवा टप्पा म्हणजे, सध्याचा काळ! वर्तमानकाळ! या काळात आपली आकाशगंगा आहे, या आकाशगंगेमध्ये असलेल्या हजारो ताऱ्यांपैकी एक असलेला सूर्य नावाचा तारा आपल्या आकाशात तळपतो आहे, या सूर्यमालेतल्या ज्या ग्रहावर आपण राहतो, ती पृथ्वी आहे. पृथ्वीभोवती घिरटया घालणारा चंद्र आहे, सगळयात महत्वाचं म्हणजे, पृथ्वीवर जीवसृष्टी आहे, जैवविविधतेने नटलेला निसर्ग आहे आणि आपल्या आकाशगंगेच्या पलिकडेसुद्धा विश्व आहे, हे ज्ञान प्राप्त झालेला मानवसुद्धा आहे.

विश्वाचा विनाश कित्येक करोडो अब्ज वर्षांनंतर होईल, असं मानलं तर सध्याचा हा काळ म्हणजे विश्वाच्या तारूण्यातला काळ म्हणावा लागेल. हे विश्व चिरतरूण रहावं, त्याला वार्धक्याचा स्पर्शही होऊ नये, अशीच आपल्या सगळयांची इच्छा असणं स्वाभाविक आहे.

■ ■ ■

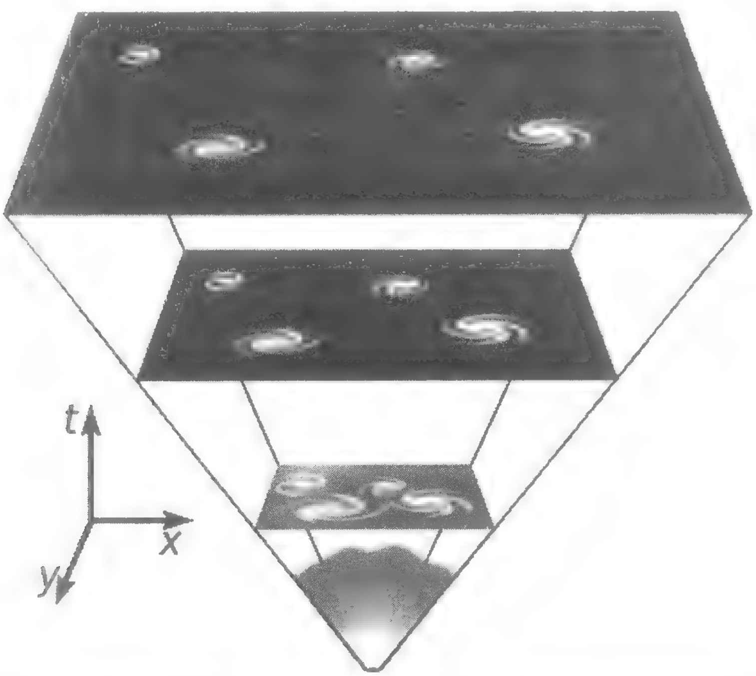
४. तापमानात होत गेलेला बदल

'बिग बँग' सिद्धांतानुसार अतिसुक्ष्म कालावधीमध्ये शून्य आकाराच्या अतितप्त कणामधून विश्वाची उत्पत्ती झाली. त्यावेळी विश्वाची घनता आणि तापमान दोन्ही अमर्याद असली पाहिजे, असं शास्त्रज्ञांचं मत आहे. महास्फोटानंतर एक शतांश सेकंदांनी विश्वाचं तापमान १०० अब्ज अंश सेल्सीयस झालं आणि त्यानंतर एका सेकंदातच ते १० अब्ज अंश सेल्सीयस पर्यंत कमी झालं. महास्फोटानंतर तीन मिनिटांनी विश्वाचं तापमान एक अब्ज अंश सेल्सीयस इतकं झालं.

हळूहळू विश्वाचं तापमानं कमीकमी होत गेलं. पण, १०० अब्ज अंश सेल्सीयसपासून विश्वाचं तापमान ३००० अंश सेल्सीयस होण्यासाठी किती वर्ष लागली माहिती आहे, सुमारे सात लाख वर्ष! विश्वाचं तापमान जसजसं कमी होत गेलं, म्हणजेच हे विश्व जसजसं थंड होत गेलं तसतसं अनेक घटकांची निर्मिती होत गेली.

विश्वाच्या निर्मितीनंतर एक अब्ज वर्षांनी विश्वाचे तापमान वजा २०० अंश सेल्सीयस झालं. सध्या विश्वाचं तापमान किती आहे, सांगू शकाल? काय? साधारण तीस अंश सेल्सीयस?

नाही! हे तर सर्वधाराणपणे असणारं कक्ष तापमान आहे! आपल्या सभोवतालचं तापमान आणि विश्वाचं तापमान यात गल्लत करू नका. सध्या म्हणजे विश्वाच्या निर्मितीनंतर सुमारे १५ ते २० अब्ज वर्षांनी विश्वाचे सरासरी तापमान आहे, वजा २७० अंश सेल्सीयस! शून्यापेक्षा २७० अंश सेल्सीयस कमी! म्हणजेच, पाण्याच्या गोठणबिंदूपेक्षा २७० अंश सेल्सीयसने कमी!



जसजसं विश्वाचं तापमान कमी होत गेलं, तसतसा त्याचा आकार वाढायला लागला

■ ■ ■

५. वेगवेगळया मूलकणांची निर्मिती

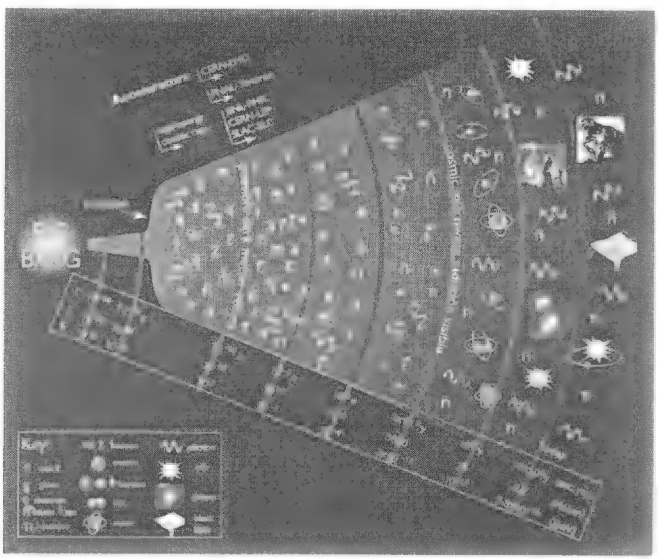
विश्वाच्या निर्मितीनंतर साधारणपणे एक शतांश सेकंदानंतर विश्वामध्ये वस्तूमान आणि प्रारणे यांचेच अस्तित्व होते. त्यामध्ये असलेल्या फोटॉन कणांच्या टकरींमधून इलेक्ट्रॉन आणि पॉझिट्रॉन कण निर्माण झाले. त्याचवेळी प्रोटॉनचे न्युट्रॉन कणांमध्ये आणि न्युट्रॉनचे प्रोटॉनमध्ये रूपांतर होत होते.

महास्फोटानंतर १४ सेकंदांनी तापमान ३ अब्ज अंशांपर्यंत कमी झाले आणि इलेक्ट्रॉन व पॉझिट्रॉन एकमेकांना नष्ट करायला लागले.

महास्फोटानंतर तीन मिनीटे आणि ४ सेकंदांनी विश्वाचे तापमान ९० कोटी अंशांवर पोहोचले आणि प्रोटॉन व न्युट्रॉन एकमेकांशी संलग्न होऊन डयुटेरियम ह्या हायड्रोजनच्या समस्थानिकाची निर्मिती सुरू झाली. पण न्युट्रॉन कण स्थिर नसल्याने त्यांचे प्रोटॉनमध्ये रूपांतर होऊ लागले. त्यामुळे न्युट्रॉनची संख्या कमी आणि प्रोटॉनची जास्त अशी परिस्थिती निर्माण झाली. हेलियमची निर्मीती जेव्हा सुरू झाली तेव्हा १४ प्रोटॉनमागे केवळ २ न्युट्रॉन असे प्रमाण होते. हेलियममध्ये दोन प्रोटॉन आणि दोन न्युट्रॉन असतात. त्यामुळे प्रत्येक हेलिअम केंद्रकाच्या निर्मितीनंतर १२ प्रोटॉन शिल्लक राहायला लागले. यातूनच हायड्रोजनची निर्मिती सुरू झाली. हायड्रोजन अणूच्या प्रत्येक केंद्रकामध्ये केवळ एक प्रोटॉन असतो. त्यामुळे त्यावेळी हायड्रोजनचे प्रमाण हेलियमपेक्षा खुपच जास्त होते. ७५ टक्के हायड्रोजन आणि २५ टक्के हेलियम असे त्यावेळी प्रमाण होते. आणि विशेष म्हणजे आजही साधारणपणे हेच प्रमाण आपल्याला आढळून येते.

महास्फोटानंतर सुमारे ७ लाख वर्षांनी जेव्हा विश्वाचे तापमान ३०० अंश सेल्सीयस पर्यंत कमी झाले तेव्हा हायड्रोजन आणि हेलियम स्थिर झाले. विश्वामध्ये मुक्त इलेक्ट्रॉन शिल्लक राहिले नाहीत आणि कण व प्रारणे यांच्यातल्या परस्पर प्रक्रीया संपुष्टात आल्या.

महास्फोटानंतर सुमारे एक अब्ज वर्षांनी तारे आणि दिर्घिका तयार झाल्या.



मूलकणांच्या निर्मितीचा सचित्र इतिहास

■ ■ ■

६. सतत प्रसरण पावणारं विश्व

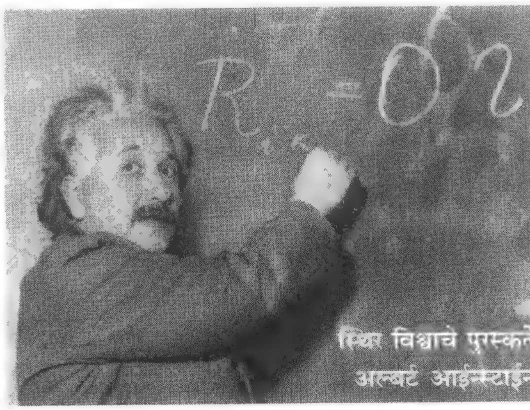
खगोलशास्त्राचा आवाका काळानुसार वाढत गेला. हा आवाका वाढण्यामागे कारणीभूत होती ती मानवाची जिज्ञासा, निरीक्षणक्षमता आणि बुद्धीमत्ता. अगदी सुरूवातीला निरीक्षणे करण्यासाठी केवळ आपल्या डोळयांवरच विसंबून रहावं लागत होतं. त्यानंतर मानवी डोळयांना दुर्बिणींची साथ लाभली. नंतर वेगवेगळी यांत्रिक उपकरणं दुर्बिणींना जोडून निरीक्षणं घेतली जाऊ लागली. विसाव्या शतकात रेडियोदुर्बिण, कृत्रिम उपग्रह यांची मदत घेऊन निरीक्षणं घेतली जाऊ लागली. सुरूवातीच्या दुर्बिणींपेक्षा सध्याच्या दुर्बिणींची क्षमता हजार पटींनी जास्त आहे. केवळ दृश्य प्रकाशच नव्हे, तर इतर तरंगलांबीच्या लहरींचासुद्धा वेध घेणं शक्य झालं. या निरीक्षणांमध्ये मग संगणकाचीही मोलाची साथ लाभायला लागली. त्यामुळे घेतलेल्या निरीक्षणांवरून आकडेमोड करणं, या आकडेमोडीवरून घेतलेल्या निरीक्षणांची सत्यता पडताळून पहाणं, गणितीय प्रारूपं विकसीत करणं या सगळया गोष्टी सहज साध्य झाल्या. अवकाशयानांमुळे ग्रहगोलांच्या अगदी जवळ जाऊन त्यांचं निरिक्षण करणं शक्य झालं. अत्याधुनिक साधनांच्या वापरामुळे विश्वाच्या नवनविन पैलूंचं दर्शन मानवाला घडत गेलं. विश्वात घडणाऱ्या घटनांचे अर्थ लावण्याची मानवाची क्षमतादेखिल वैज्ञानिक प्रगतीमुळे परिपक्व आणि प्रगल्भ होत गेली.

विश्वाचा वेध घेणारी रेडियो दुर्बिण



सुरूवातीला आपली पृथ्वी, त्यानंतर सूर्यमाला, तारे, नंतर आपली आकाशगंगा आणि आकाशगंगेच्याही पलिकडे असणारं विश्व अशा चढत्या क्रमाने मानवाचा अभ्यास सुरू होता. विसाव्या शतकामध्ये आपल्या महत्वाकांक्षेने मानवाला आणखी पुढचं पाऊल टाकण्यासाठी प्रेरित केलं. संपूर्ण विश्वाचा कारभार कसा चालतो याचं वैज्ञानिक प्रारूप तयार करण्याचे मानवाचे प्रयत्न सुरू झाले. संपूर्ण विश्वाला गवसणी घालण्याचा प्रयत्न करणारे पहिले वैज्ञानिक होते, अर्थातच अल्बर्ट आईनस्टाईन!

१९१७ साली अल्बर्ट आईनस्टाईन यांनी



स्थिर विश्वाचे पुरस्कर्ते अल्बर्ट आईनस्टाईन

सापेक्षतावादाच्या सिद्धांतामधून स्थिर विश्वाची एक गणितीय प्रतिकृती मांडली. आपल्या आकाशगंगेच्या पलिकडेसुद्धा विश्व पसरलं आहे, विश्वाचा पसारा अफाट आहे याची जाणीव त्याकाळी नुकतीच होऊ लागली होती. त्यामुळे विश्वातल्या वेगवेगळया घटकांची त्याकाळी विशेष माहिती नव्हती.

विश्वाचं प्रारूप मांडताना आईनस्टाईन यांना एक महत्वाची समस्यां आली. त्यांनी मांडलेल्या गणितीय समीकरणांमधून विश्व स्थिर रहाते, हे सिध्द होत नव्हते. विश्वामध्ये असलेल्या परस्पर घटकांमध्ये असलेल्या गुरूत्वाकर्षण बलामुळे ते एकमेकांकडे खेचले जात होते. त्यामुळे आईनस्टाईन यांनी आपल्या

समीकरणांमध्ये बदल करून त्यामध्ये एका वैश्विक प्रतिकर्षण बलाचा समावेश केला. आईनस्टाईन यांच्या मते, या प्रतिकर्षण बलामुळे गुरूत्वीय बलाला संतुलित केले जाऊन विश्व स्थिर राहते.

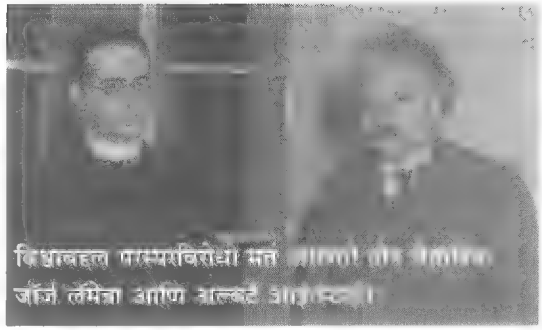
१९१२ साली ॲरिझोना येथील लॉवेल प्रयोगशाळेमध्ये संशोधनकार्य करणाऱ्या वेस्टो स्लिफर (१८७५-१९६९) यांनी अवकाशातले तारे पृथ्वीपासून लांब जाताहेत, असं मत व्यक्त केलं. स्लिफर यांचं हे मत म्हणजे साक्षात अल्बर्ट आईन्स्टाईन यांच्या मताला छेद देणारं होतं.

१९१७ साली हॉलंडच्या विल्यम डि सिटर



प्रसरण होत जाणाऱ्या [illegible]
विल्यम डि सिटर

नावाच्या संशोधकानेसुद्धा प्रसरण होत जाणाऱ्या विश्वाची कल्पना मांडली. गंमत म्हणजे, सिटर यांनी हा निष्कर्ष आईन्स्टाईन यांच्याच सिद्धांतावरून काढला होता. दिर्घिका पृथ्वीपासून जितकी लांब तितका तिचा वेग जास्त असला पाहिजे, असंही मत त्यांनी व्यक्त केलं. त्यानंतर १९२२ साली अलेक्झांडर फ्रीडमन आणि १९२७ साली लॅमेत्रा या शास्त्रज्ञांनी प्रसरणशील विश्वाची प्रारूपं तयार केली. पण, आईनस्टाईन यांनी मांडलेल्या स्थिर विश्वाच्या संकल्पनेला ग्राह्य धरून प्रसरणशील विश्वाच्या या



विश्वाबद्दल परस्परविरोधी मत [illegible]
जॉर्ज लॅमेत्रा आणि अल्बर्ट [illegible]

संकल्पनांना त्यावेळी मान्यता मिळाली नाही.

कॅलिफॉर्नियातील माऊंट विल्सन वेधशाळेतील अडीच मीटर व्यासाच्या दुर्बिण वापरून प्रत्यक्ष घेतलेल्या निरीक्षणांच्या आधारे १९२४ साली एडविन हबल (१८८९-१९५३) यांनी विश्वाच्या रचनेबद्दल काही निष्कर्ष मांडले. हबल यांच्या मते, ज्या आकाशगंगेमध्ये पृथ्वी आहे ती आपली आकाशगंगा म्हणजेच विश्व अशी आपली चुकीची समजूत आहे. आपल्या आकाशगंगेसारख्या अनेक दिर्घिका या विश्वात आहेत. म्हणजेच, आपली आकाशगंगा हा विश्वातला अत्यंत चिमुरडा भाग आहे. जे विश्व आपल्याला एक लाख प्रकाशवर्ष एवढंच वाटत होतं, ते प्रत्यक्षात अब्जावधी प्रकाशवर्ष इतकं प्रचंड आहे.

हबल यांच्या या निष्कर्षांमुळे जगभरात खळबळ उडाली. पुढे १९२९ साली हबल यांनी मांडलेल्या नियमामुळे स्थिर विश्वाची संकल्पना मोडीत निघाली. विश्वामध्ये असलेल्या दिर्घिका (Galaxy) एकमेकांपासून लांब जात आहेत आणि त्यामुळे विश्वाचा आकारही वाढत चालला आहे. याचाच अर्थ, हे विश्व स्थिर नाही, हे हबल यांनी दाखवून दिलं. त्यावेळी त्यांनी वेगवेगळया नऊ दिर्घिकांची अंतरं शोधून काढली. आज अत्याधुनिक दुर्बिणी आणि संगणकीय प्रणाली वापरून अशा हजारो दिर्घिकांची अंतरं काढू शकतो.

आपल्या अनेक वर्षांच्या निरीक्षणांनतर आणि आकडेमोडीनंतर, दिर्घिकांचा वेग त्यांच्या अंतराच्या प्रमाणात वाढतो, असा नियम हबल यांनी साली



प्रसरणशील विश्वाच्या संकल्पनेवर शिक्कामोर्तब करणारे एडविन हबल

मांडला. या नियमाला 'हबलचा नियम' असे म्हणतात. हबलचा नियम पुढील गणितीय सूत्राने देता येतो-

दिर्घिकेचा वेग = हबलचा स्थिरांक x अंतर

या सूत्रावरून, विश्वातली दिर्घिका आपल्यापासून जेवढी लांब, तेवढा तिचा वेग जास्त असतो.

विश्व प्रसरण पावत असल्याचा हा शोध म्हणजे विसाव्या शतकातली एक महान बौद्धीक क्रांतीच म्हणायला हवी. खरं म्हणजे, प्रसरणशील विश्वाची संकल्पना यापूर्वीच संशोधकांच्या लक्षात यायला हवी होती. कारण, विश्वाचं प्रसरण जर कमी वेगाने होत असेल किंवा आजिबातच होत नसेल तर गुरूत्वीय बलाच्या प्रभावामुळे विश्वाचं आकुंचन होण्यास सुरूवात झाली असती. पण गुरूत्वीय बलाचा प्रभाव धुडकावून लावण्यासाठी विश्वाच्या प्रसरणाचा वेग एका ठराविक किंमतीपेक्षा जास्त असला पाहिजे. पृथ्वीवरून अवकाशात सोडण्यात येणाऱ्या अग्नीबाणासारखं हे आहे. जर ठराविक वेगापेक्षा जास्त वेगाने अग्निबाणाचं प्रक्षेपण केलं तर गुरूत्वीय बलावर मात करून तो पृथ्वीच्या वातावरणाबाहेर, अवकाशात जाईल. पण, अग्नीबाणाचा सुरूवातीचा वेग जर विशिष्ट किंमतीपेक्षा कमी पडला तर मात्र गुरूत्वीय बल त्याचा वेग थांबवेल आणि हा अग्नीबाण भूपष्ठावर कोसळेल.

एडविन हबल यांनी केलेल्या संशोधनामुळे कित्येक अब्ज वर्षांपूर्वी विश्वाची निर्मिती महास्फोटातून झाली असल्याच्या मताला पुष्टी मिळते. हबल यांच्या प्रसरणशील विश्वाच्या संदर्भातील संशोधनामुळेच वैज्ञानिकांना 'महास्फोटाचा सिद्धांत' मांडण्यासाठी चालना मिळाली, असं म्हटल्यास चुकीचं ठरणार नाही.

आता प्रश्न असा आहे की, विश्व कधीपासून प्रसरण पावत आहे? गणितीय समीकरणं सोडवून असं आढळतं की हे प्रसरण विश्वाच्या आदिकाळापासून ते अगदी आजतागायत अव्याहतपणे सुरू आहे.

एका फुग्यावर जर शाईचे ठिपके काढले आणि हा फुगा हळूहळू फुगवला तर काय आढळेल? फुग्यावरचे शाईने काढलेले हे ठिपके एकमेकांपासून दूर जाताना आढळतील, तसेच ह्या ठिपक्यांचा आकार वाढत जात असल्याचं आढळेल. हीच गोष्ट दिर्घिकांच्या बाबतीत घडून येत असल्याने विश्व प्रसरण पावत आहे आणि त्याचा विस्तार वाढतच चालला आहे.

आईनस्टाईन यांनी मांडलेल्या स्थिर विश्वाच्या संकल्पनेला मागे टाकून प्रसरणशील विश्वाची संकल्पना वैज्ञानिक विश्वामध्ये रूढ झाल्यावर स्थिर विश्वाच्या नादात आपण उगाचच वैश्विक प्रतिकर्षण बलाची योजना करून आपली समीकरणे बदलली, असं आईनस्टाईन यांना वाटत राहिलं.

१९९६ साली प्रसरणशील विश्वाचा आणखी एक पुरावा शास्त्रज्ञांच्या हाती गवसला. हा पुरावा म्हणजे अवकाशात सोडण्यात आलेल्या हबल दुर्बिणीने घेतलेली छायाचित्र! आपल्यापासून बारा ते पंधरा अब्ज प्रकाशवर्षे दूरवर असलेल्या खगोलीय पदार्थांची ही छायाचित्र होती. सोबतच्या चित्रामध्ये दिसणारा प्रत्येक ठिपका म्हणजे निर्मितीअवस्थेतली एकेक



बारा ते पंधरा अब्ज प्रकाशवर्षे दूरवर असलेल्या दिर्घिकांचं हबल अवकाशीय दुर्बिणीने घेतलेलं छायाचित्र

दिर्घिका आहे आणि प्रत्येक दिर्घिकेमध्ये अब्जावधी तारे आहेत. ह्या दिर्घिका प्रत्येक सेकंदाला १९ हजार मैल इतक्या प्रचंड वेगाने पृथ्वीपासून लांब जात आहेत. म्हणजे, तुम्ही ही ओळ वाचेपर्यंत दिर्घिकांनी किती अंतर कापलं असेल, याचा विचार करा.

सोबतच्या छायाचित्रात बारा ते पंधरा अब्ज प्रकाशवर्ष दूरवर असलेल्या दिर्घिका दिसत आहेत. म्हणजेच, बारा ते पंधरा अब्ज वर्षांपूर्वी निघालेला प्रकाश हबल दुर्बिणीपर्यंत १९९६ साली पोहोचला आणि मग हे छायाचित्र घेतलं गेलं. दुसऱ्या शब्दात सांगायचं तर, हबल दुर्बिणीने काढलेले छायाचित्र बारा ते पंधरा अब्ज वर्षांपूर्वीचं आहे

■ ■ ■

७. विश्वाची कालगणना

विश्वाचा जन्म कसा झाला या प्रश्नाबरोबरच शास्त्रज्ञांना भेडसावणारा आणखी एक प्रश्न म्हणजे, या विश्वाचं नेमकं वय किती?

हिंदू धर्मातल्या अठरा पुराणांपैकी विष्णू पुराणामध्ये विश्वाच्या निर्मितीबद्दल आणि त्याच्या वयाबद्दल विवेचन केलेलं आढळतं. विष्णू पुराणात म्हटल्याप्रमाणे, ब्रह्मदेवाने विश्वाची निर्मिती केली आणि विश्वाचं वय हे ब्रह्मदेवाच्या एका दिवासाएवढं असतं. अर्थात, ब्रह्मदेवाचा एक दिवस म्हणजे आपल्या घडयाळाप्रमाणे किती काळ होतो, हे पाहिल्यावर हा दिवस किती मोठा मानला गेला आहे, याची कल्पना येते.

पुराणामध्ये कृत, त्रेता, द्वापार आणि कली अशी चार युगं मानली गेली आहेत. या चार युगांची १००० आवर्तनं म्हणजे ब्रह्मदेवाचा एक दिवस! नाही समजलं? अजून सोपं करूया. चार युगांचं एक आवर्तन पूर्ण होण्यासाठी १२००० दैवी वर्ष लागतात. एक दैवी वर्ष म्हणजे, आपली ३६० वर्ष!

आता उलट क्रमाने विचार केला तर, ३६० वर्षांचं एक दैवी वर्ष. अशा १२००० दैवी वर्षांनंतर चार युगांचं एक आवर्तन पूर्ण होतं. अशी १००० आवर्तनं पूर्ण झाली की मग ब्रह्मदेवाचा एक दिवस पूर्ण झाला. या तर्काने जर आकडेमोड केली तर ब्रह्मदेवाचा एक दिवस म्हणजे आपली ८ अब्ज ६४ कोटी वर्ष येतात. म्हणजेच, विष्णू पुराणानुसार, विश्वाचं वय साधारणपणे ८ अब्ज ६४ कोटी वर्ष असलं पाहिजे. कोणतीही अत्याधुनिक यंत्रणा जवळ नसताना या किमतीपर्यंत विश्वाचं वय ठरवणं, हेही नसे थोडके!

अधुनिक विज्ञानामध्ये, हबल यांच्या नियमावरून आपल्याला विश्वाचं वय ठरवता येतं.

हबलच्या नियमाप्रमाणे,

दिर्घिकेचा वेग = हबलचा स्थिरांक x अंतर

म्हणजेच, अंतर/ दिर्घिकेचा वेग = १/हबलचा स्थिरांक पण, अंतर/काल = वेग

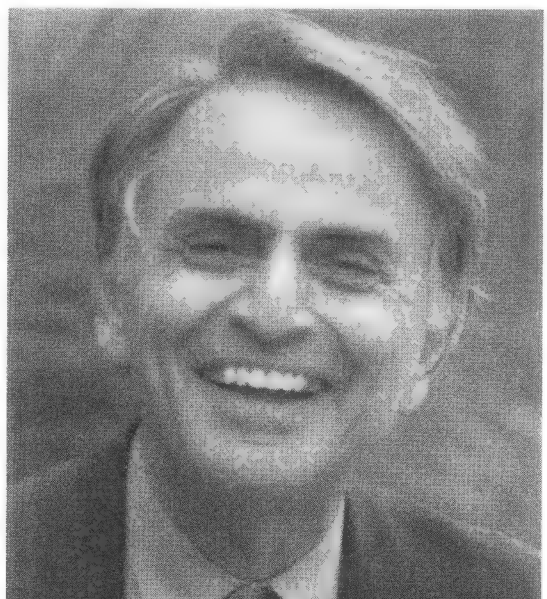
म्हणून काल = १/हबलचा स्थिरांक

म्हणजेच, विश्वाचे वय = १/हबलचा स्थिरांक

या सुत्रातल्या हबलच्या स्थिरांकाची किंमत ठरवणं सोपं नव्हतं. ही किंमत ठरवण्याचे अनेक प्रयत्न हबलसकट त्यावेळच्या अनेक शास्त्रज्ञांनी केले. गंमत म्हणजे, स्वतः हबल यांनी काढलेल्या या स्थिरांकाच्या किंमतीमुळे पृथ्वीचं वय विश्वाच्या वयापेक्षा जास्त यायला लागलं. याचाच अर्थ, हबल यांनी काढलेली स्थिरांकाची किंमत ही प्रत्यक्षातल्या किंमतीपेक्षा खुपच जास्त होती.

हबल स्थिरांकामध्ये योग्य ती किंमत घेऊन विश्वाचं सध्याचं वय सुमारे २० अब्ज वर्षे येतं. शास्त्रज्ञांच्या अंदाजानुसारसुद्धा विश्वाचं वय १५ ते २० अब्ज वर्षे असलं पाहिजे.

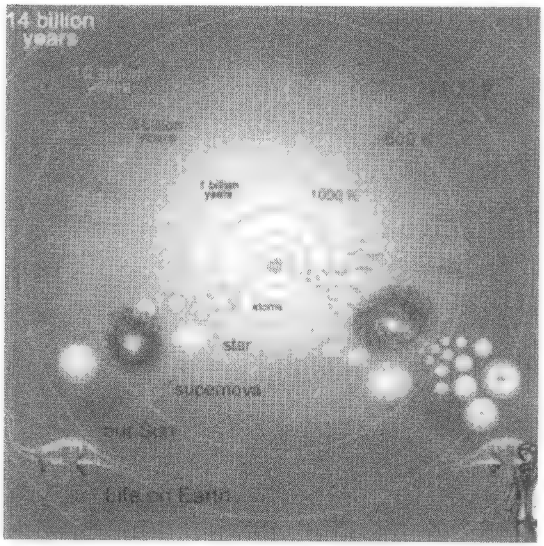
थोर शास्त्रज्ञ आणि विज्ञान लेखक कार्ल सेगन यांनी महास्फोटातून झालेल्या विश्वाच्या निर्मितीपासून



विश्वाचं कॅलेंडर मांडणारे कार्ल सॅगन

ते आजपर्यंत झालेल्या घटनांसाठी लागलेल्या कालावधीची तुलना आपण सध्या वापरत असलेल्या कॅलेंडरशी म्हणजेच एक वर्षाच्या कालावधीशी केली आहे.

विश्वाचे सध्याचे वय १५ अब्ज वर्ष धरलं तर कार्ल सेगन यांनी सध्याच्या तुलनेमध्ये दिलेलं कॅलेंडर पुढीलप्रमाणे :



विश्वाचं चित्ररुप कॅलेंडर

१ जानेवारी : महास्फोट झाला

१ मे : आपल्या आकाशगंगेची निर्मिती

३ सप्टेंबर : आपल्या सूर्यमालेचा जन्म

१४ सप्टेंबर : पृथ्वीचा जन्म

२५ सप्टेंबर : पृथ्वीवर सजीवांची उत्पत्ती

१ डिसेंबर : पृथ्वीवरील ऑक्सीजनचे प्रमाण वाढले

१६ डिसेंबर : पृथ्वीवर प्रगत वनस्पतींची वाढ झाली

२२ डिसेंबर : पृथ्वीवर प्राणी अस्तित्वात आले

२४ डिसेंबर : डायनॉसॉर निर्माण झाले

२८ डिसेंबर : डायनॉसॉर नामशेष झाले

३१ डिसेंबर रात्री १० वाजून १० मिनीटांनी : दोन पायांवर चालणारा मानव निर्माण झाला

३१ डिसेंबर रात्री ११ वाजता : अश्मयुगाची सुरूवात

३१ डिसेंबर रात्री ११ वाजून ५९ मिनीटे व २० सेकंदांनी : शेतीचे प्रगत तंत्रज्ञान विकसीत झाले

३१ डिसेंबर रात्री १० वाजून १० मिनीटे व ५९ सेकंदांनी : भारताने शून्याचा शोध लावला

३१ डिसेंबर रात्री १२ वाजता : आजचे अधुनिक विज्ञान विकसीत झाले.

हे कॅलेंडर वाचताना मोठी गंमत येते. पण, या ठिकाणी एक गोष्ट लक्षात ठेवली पाहिजे की, वर दिलेले एक वर्ष म्हणजे प्रत्यक्षातली १५ अब्ज वर्षे! थोडक्यात, कार्ल सेगन यांनी एक वर्ष = १५ अब्ज वर्षे हे प्रमाण घेतले आहे. या प्रमाणानुसार १ सेकंद म्हणजे होतात ४७५ वर्षे आणि २४ तास म्हणजे होतात प्रत्यक्षातले १० लाख दिवस!

आज मानवाचं सरासरी वय ७० वर्ष धरलं, तर विश्वाचं वय त्याच्या २१७ कोटी पट इतकं म्हणजे १५ अब्ज वर्ष एवढं आहे!

■ ■ ■

८. महास्फोटाचा सिद्धांत किती खरा, किती खोटा?

मी कोण आहे, विश्वाच्या या अफाट पसाऱ्यात माझं स्थान काय आहे, विश्वात असलेल्या वेगवेगळ्या घटकांशी माझं काय नातं आहे, जे मी माझं आहे असं म्हणतो ते खरोखरच माझं आहे का आणखी कुणाचं आहे, या विश्वाचं नियंत्रण कोणाकडे आहे अशा नानाविध प्रश्नांनी मानवाला त्रस्त केलं. त्यातूनच मग आपलं मन आणि त्यावर सत्ता गाजवणारं बाह्यजग याचा शोध घेताघेता आपल्या विश्वाच्या पसाऱ्याची उकल करण्याची मानवाला गरज वाटायला लागली. विश्वाच्या निर्मितीसंदर्भात अनेक शास्त्रज्ञांनी आपली मतं मांडली, आकडेमोडी केल्या, सिद्धांत लिहीले आणि त्यासाठी अविश्रांत संशोधनसुद्धा केलं. तरीसुद्धा विश्वाची निर्मिती हे अजूनही पुर्णपणे न उकललेलं एक गुढच म्हणावं लागेल.

हबल यांच्या प्रसरणशील विश्वाच्या सिनेमाची चित्रफित उलट्या क्रमाने जर पाहिली तर आपल्याला विश्वाच्या निर्मितीचं गुढ उकलेल, अशी अटकळ अनेक शास्त्रज्ञांची होती. विश्वाची निर्मिती 'बिग बँग' सारख्या स्फोटातून झाली असावी, असा तर्क सर्वात प्रथम बेल्जीयम खगोलशास्त्रज्ञ आणि धर्मगुरू लाम्वांत्र यांनी मांडला. 'बिग बँग' हा शब्दप्रयोग त्यांनी केला नसला तरी त्यांच्या मते, हे विश्व जर आज प्रसरण पावत असेल तर त्याचा जन्म एखाद्या सुक्ष्मकणाचा स्फोट होऊन त्यामधून झाला असला पाहिजे.

विश्वाची निर्मिती कशी झाली याविषयी शास्त्रज्ञांमध्ये वेगवेगळे मतप्रवाह आढळून येतात. काही शास्त्रज्ञांच्या मते, असा महास्फोट वगैरे झालाच नाही. हे विश्व जसे आत्ता आहे, तसे ते सुरूवातीपासूनच आहे. विश्वाला सुरूवात नाही आणि शेवटही नाही. यापूर्वी सांगितल्याप्रमाणे, 'बिग बँग' असं नामकरण करणारे सुप्रसिद्ध शास्त्रज्ञ फ्रेड हॉयेल हे स्वतः महास्फोटाच्या सिद्धांताचे कट्टर विरोधक होते. त्यांच्या मते, महास्फोटाच्या सिद्धांतानुसार विश्वाची सुरूवात एका अतर्क्य घटनेमधून झाली, असं म्हणणंच मुळी विज्ञानाला धरून नाही. त्याचप्रमाणे, महास्फोटाच्या घटनेपासून आजपर्यंतचा कालावधी जो मानला जातो, तो तारकाविश्वांच्या निर्मितीला पुरेसा नाही.

अर्थात, जगभरातल्या भौतिकशास्त्रज्ञांनी आणि खगोलशास्त्रज्ञांनी केलेल्या अनेक प्रयोगांवरून हे सिद्ध झाले आहे की, विश्वाचा जन्म झाला असला पाहिजे. म्हणजेच, सुरूवातीपासूनच हे विश्व अस्तित्वात नव्हते. एडविन हबल यांच्या संशोधनामुळेसुद्धा कित्येक अब्ज वर्षांपूर्वी विश्वाची निर्मिती महास्फोटातून झाली असल्याच्या मताला पुष्टी मिळते.

थोर ब्रिटीश शास्त्रज्ञ स्टिफन हॉकींग यांनीही विश्वाची निर्मिती महास्फोटामधून झाली असल्याच्या मताला पाठींबा दिला आहे.



अपंगत्वावर मात करत अफाट विश्वाची गणितं लिलया सोडविणारे स्टिफन हॉकींग

महास्फोटामधूनच विश्वाची निर्मिती झाली या मताला भरभक्कम पुष्टी देणाऱ्या दोन गोष्टी आहेत. एक म्हणजे, परस्परांपासून लांब जाणाऱ्या दिर्घिका आणि दुसरी गोष्ट म्हणजे, वैश्विक पार्श्वप्रारण किंवा कॉस्मिक बॅकग्राऊंड रेडिएशन्स'!

न्यू जर्सीमधल्या बेल टेलिफोन लॅबोरेटरील्या अर्नो पेनझिॲस आणि रॉबर्ट विल्सन या दोन अमेरिकन



वैश्विक पार्श्वप्रारणांचा शोध लावणारे रॉबर्ट विल्सन (डावीकडे) आणि अर्नो पेनझिअ‍ॅस आपल्या दुर्बिणीसह

शास्त्रज्ञांना १९६५ साली वैश्विक पार्श्वप्रारणांचा शोध लागला. ही प्रारणे त्यांनी ग्राहीमार्फत शोधून काढली. खगोलशास्त्रातलं हे एक महत्वाचं संशोधन मानलं जातं. विश्वातल्या प्रत्येक रेडियो लहरींच्या पार्श्वभूमीवर सतत एका सुक्ष्म रेडियो लहरीचं अस्तित्व पेनझिअ‍ॅस आणि विल्सन यांना आढळलं. पृथ्वी आपल्या अक्षाभोवती फिरत असतानाच सूर्याभोवतीसुद्धा फिरते. पृथ्वीच्या या परिभ्रमण व परिवलनामुळे रेडियो लहरींच्या तीव्रतेमध्ये काळानुरूप फरक पडायला हवा होता. पण, संपूर्ण वर्षभर दिवसा आणि रात्री ह्या लहरींची तीव्रता सारखीच असल्याचं पेनझिअ‍ॅस आणि विल्सन यांना आढळलं.

सर्व दिशांनी सारख्याच प्रमाणात येत असलेल्या या रेडियो लहरी किंवा प्रारणांच्या तिव्रतेमध्ये कोणत्याही वेळी कोणताच फरक पडत नसल्यामुळे ही प्रारणं आपल्या सूर्यमालेच्या बाहेरून, इतकंच नव्हे तर आकाशगंगेच्याही बाहेरून येत असलं पाहिजे, हे सिद्ध होतं. या प्रारणांची कंप्रता १ मेगा हर्टझ् ते ५०० मेगा हर्टझ् या मर्यादेमध्ये होती. या प्रारणांच्या अभ्यासावरून आपल्या आकाशगंगेपलिकडेसुद्धा विश्वाचा पसारा पसरलेला आहे आणि असं असलं तरी सर्व दिशांना थोडयाफार फरकाने विश्व सारखंच आहे, हे सिद्ध झालं. त्यानंतर पेनझिअ‍ॅस आणि विल्सन यांनी वैश्विक प्रारणांचं तापमान निश्चित केलं. हे तापमान वजा २७० अंश सेल्सीयस म्हणजे ३ केल्व्हीन इतके आढळून आले. विश्वाचं सध्याचं सरासरी तापमान सुद्धा २.७ केल्व्हीन इतकंच आहे.

अर्नो पेनझिअ‍ॅस आणि रॉबर्ट विल्सन या दोन शास्त्रज्ञांनी शोधलेली सुक्ष्म तरंगलांबीची विश्वव्यापी प्रारणं म्हणजे, विश्वाच्या आदिकाळात अतिउच्च तापमान असल्याचासुद्धा पुरावा मानला जातो.

या शोधाबद्दल पेनझिअ‍ॅस आणि विल्सन यांना १९७८ सालचे भौतिकशास्त्राचा नोबेल पुरस्कार देण्यात आला.

'नासा' ह्या अमेरिकेतील संशोधन संस्थेने नोव्हेंबर १९८९ मध्ये अवकाशात सोडलेल्या 'कोबे' या उपग्रहानेसुद्धा अवकाशातील अतिसुक्ष्म तरंगलांबीच्या वैश्विक प्रारणांचा वेध घेतला. ही वैश्विक प्रारणे विश्वाच्या सुरूवातीच्या काळातील वैश्विक प्रारणांशी तापमान, तरंगलांबी, इत्यादी गुणधर्मांबाबत साधर्म्य दाखवित असल्याचं आढळलं. या उपग्रहाने दिलेल्या माहितीवरून विश्वाची निर्मिती महास्फोटामधून झाली आहे. तसंच, विश्व सतत प्रसरण पावत असून त्याचे तापमान हळूहळू कमी होत असल्याचं स्पष्ट झालं आहे. तरीसुद्धा अनेक शास्त्रज्ञांच्या मनात महास्फोटाच्या सिद्धांताविषयी शंका होती, तर अनेकांचा या संकल्पनेलाच विरोध होता.

महास्फोटाच्या संकल्पनेला विरोध असणाऱ्या हॉयेल यांनी उपहासाने ठेवलेलं 'बिग बँग' हे नाव महास्फोटाच्या सिद्धांताला पाठींबा असलेल्या शास्त्रज्ञांनी बदलण्याचाही प्रयत्न करून पाहिला. त्यासाठी ऑगस्ट १९९३ च्या 'स्काय अँड टेलिस्कोप' या मासिकातून 'बिग बँग' ला पर्यायी नाव सुचवण्याची चक्क स्पर्धा जाहीर करण्यात आली. गंमत म्हणजे, या स्पर्धेसाठी सुमारे १३०० प्रवेशिका


'नासा' तर्फे अवकाशात सोडलेला 'कोबे' उपग्रह

आल्या. पण त्यापैकी कोणतंच नाव पसंत न पडल्याने शेवटी हॉयेल यांनी केलेलं नामकरणच स्विकारण्यात आलं.

महास्फोटाच्या सिद्धांताला सर्वमान्यता मिळाली ती २००३ साली. फेब्रुवारी २००३ मध्ये अत्याधुनिक आणि शक्तीशाली यंत्रसामग्रीने सुसज्ज असलेला WMAP हा उपग्रह अवकाशात सोडण्यात आला. जेव्हा विश्वाचं वय फक्त ३ लाख ८० हजार वर्ष होतं, तेव्हा उत्सर्जित केलेला प्रकाश या उपग्रहाने पकडला. म्हणजेच ३ लाख ८० हजार वर्षाच्या विश्वाचं छायाचित्र शास्त्रज्ञांच्या हाती आलं.

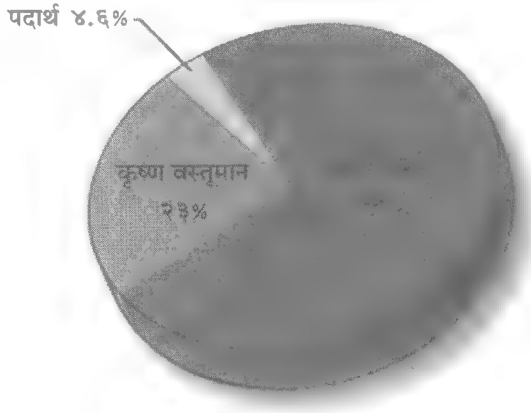
■ ■ ■

९. आपल्या विश्वाचं पुढे काय होणार?

अचानक येणाऱ्या वादळासारखी एक बातमी येते- विश्वाचा विनाश होणार! पृथ्वीचा विनाश अटळ आहे! जगबुडी होणार! अशा अनेक बातम्यांनी सर्वसामान्यांच्या जीवाचा थरकाप उडतो. मनात प्रश्नांचं काहूर उठतं. नाना प्रकारच्या शंका-कुशंका सतावत राहतात. खरंच या विश्वाचा अंत होईल का? विश्वाचा हा अंत याची देही याची डोळा पहायला लागणार का? अर्थातच, विश्वाचा अंत कधी होईल, या प्रश्नाचं नेमकं उत्तर आज जगभरातल्या शास्त्रज्ञांनासुद्धा माहिती नाही. सध्या होत असलेलं विश्वाचं प्रसरण अनंत काळापर्यंत असंच सुरू राहील का कालांतराने विश्वाचं प्रसरण थांबून आकुंचन होण्यास सुरूवात होईल? जर विश्वाचं आकुंचन होत गेलं तर काही अब्ज वर्षांनी पुन्हा एकदा महास्फोटासारखी परिस्थिती निर्माण होऊन पुन्हा एकदा नव्याने विश्वाची निर्मिती होईल का? विश्वाचं आकुंचन होत गेलं तर, महास्फोटानंतर घडलेल्या सगळया घटना जशाच्या तशा उलट क्रमाने घडून येतील का? या सगळया प्रश्नांची उत्तरं आजमितीस देणं शक्य नाही. तरीसुद्धा प्रस्थापित विज्ञान आणि तर्कशास्त्राच्या मदतीने विश्वाचं भवितव्य काय असू शकेल, याचा अंदाज आपण करू शकतो.

संशोधकांच्या मते, विश्वाच्या भवितव्याविषयी दोनच पर्याय आहेत. एक म्हणजे, विश्वाचं प्रसरण थांबेल आणि भविष्यात विश्वाचं आकुंचन होण्यास सुरूवात होईल. आकुंचन होत होत शेवटी पुन्हा एकदा विश्व बिंदूरूप अवस्था प्राप्त करेल आणि 'पुनरपि जननं, पुनरपि मरणं' या उक्तीप्रमाणे कदाचित पुन्हा एकवार महास्फोट होऊन त्यातून नविन विश्वाची निर्मिती होईल.

या पर्यायामध्ये विश्वातील एकूण वस्तूमानावर विश्वाचे भवितव्य अंबलंबून आहे. विश्वाचे एकूण वस्तूमान म्हणजे त्याच्यातील सगळे तारे, तेजोमेघ, दिर्घिका यांचं एकूण वस्तूमान होय. याशिवाय काही शास्त्रज्ञांच्या मते, विश्वाच्या एकूण वस्तूमानाच्या साधारण ९० टक्के वस्तूमान (आणि उर्जा) आपल्याला दिसतच नाही. या वस्तूमानाला त्यांनी 'डार्क मॅटर' असं म्हटलं आहे. वस्तूमानावर कोणत्याही वस्तूवर कार्य करणारं गुरूत्वाकर्षण अवलंबून असतं. वस्तूचं वस्तूमान जितकं जास्त, तेवढं त्याच्यावर कार्य करणारं गुरूत्वाकर्षण जास्त!



विश्वातल्या एकूण वस्तूमानाचं वितरण

विश्वाचं आकुंचन होण्यासाठी तीव्र गुरूत्वाकर्षणाची आवश्यकता आहे. विश्वातल्या सगळया ज्ञात आणि अज्ञात वस्तूंचं गुरूत्वाकर्षण एकत्र होऊन या सगळया वस्तूंना जवळ आणू शकलं तर विश्वाचं आकुंचन होऊ शकेल. पण आजमितीस झालेल्या संशोधनानुसार पुरेसं गुरूत्वाकर्षण निर्माण करण्याएवढं विश्वाचं एकूण वस्तूमानच नाही. त्यामुळे विश्वाची सध्याची स्थिती लक्षात घेता विश्वाचं आकुंचन होण्याची शक्यता नसल्याने भविष्यातदेखिल विश्वाचं सतत प्रसरणच होईल, असं शास्त्रज्ञांना वाटतं.

विश्वाचं प्रसरण थांबून आकुंचन सुरू होईल का, या प्रश्नाचं उत्तर मिळण्यासाठी विश्वाच्या प्रसरणाचा वेग माहिती असणं आवश्यक आहे. आपल्या आकाशगंगेपासून दूरवर असलेल्या दिर्घिकांची गती

मोजून कादाचित ह्या प्रश्नाचं उत्तर शास्त्रज्ञांना सापडू शकेल. अतिदूरवर असलेल्या ह्या दिर्घिकांची गती जर कमी कमी होत असेल तर मात्र गुरूत्वीय बल विश्वाचं प्रसरण थोपवेल आणि मग विश्वाचं आकुंचन होण्यास सुरूवात होईल. तेव्हा मात्र महास्फोटासारखी स्थिती पुन्हा एकदा उद्भवेल आणि परत महास्फोट होऊन एका नविन विश्वाचा जन्म होईल. दिर्घिकांचा वेग त्यांच्या अंतराच्या प्रमाणात वाढतो, असा हबलचा नियम आहे. पण, विश्वामध्ये अतिदूरवर असलेल्या दिर्घिकांच्या बाबतीत हा नियम लागू पडतो का, हा कळीचा प्रश्न आहे. जर विश्वाचं प्रसरण एका ठराविक वेगापेक्षा जास्त वेगाने होत असेल तर गुरूत्वीय बल प्रसरण थोपविण्यासाठी कधीच पुरेसं पडणार नाही. अर्थात, ह्या सगळया झाल्या 'जर-तर' च्या गोष्टी! त्यामुळे हे सगळं नक्की होईल का आणि कधी होईल, या प्रश्नांची उत्तरं आपल्याला अजून माहिती नाहीत. ही उत्तरं आपल्याला येणारा काळच देईल!

विश्वाच्या भवितव्यासंबंधीचा दुसरा पर्याय म्हणजे, विश्वाचं असंच निरंतर प्रसरण होत राहील आणि त्याचा विस्तार वाढतच जाईल. विश्वाचं तापमान कालांतराने हळूहळू कमी होत जाऊन त्यातील सगळे तारे मरून जातील आणि मग सगळे विश्वच निष्प्राण होऊन त्याचा विनाश होईल.

विश्वाचं आकुंचन होऊन विनाश होईल हा पर्याय अनेक शास्त्रज्ञांनी मोडीत काढला आहे. बहुसंख्य शास्त्रज्ञांच्या मते, विश्वाचा अखंड विस्तारच होत जाईल.

अर्थात, विश्वाच्या भवितव्याबद्दल आपल्यासारख्या सामान्य लोकांनी चिंता करण्याचं काहीच कारण नाही. कारण, या विश्वाचं जे काही हाईल ती प्रक्रीया घडून येण्यासाठी अब्जावधी वर्षे लागतील. पण, मग विश्वाच्या भवितव्याबद्दल जगभरातले शास्त्रज्ञ का चिंता करताहेत, असा प्रश्न तुम्हाला पडणं स्वाभाविक आहे. यामागचं कारण म्हणजे, विश्वाचं भविष्यातलं चित्र कसं असेल यावर अनेक शास्त्रीय नियमांचं, घटनांचं भवितव्य अवलंबून आहे.

'बिग बँग' च्या सिद्धांतावर संशोधकांमध्ये दुमत असण्याचीही काही कारणं आहेत. 'बिग बँग' चा सिद्धांत ज्या वैश्विक तत्वावर अवलंबून आहे, त्या तत्वानुसार विश्वातलं सगळं द्रव्य (matter) हे एकजिनसी आहे आणि ते सगळया दिशांना सारखंच आहे. हे तत्व जर स्विकारलं तर विश्व निर्मिती ही महास्फोटातून झाली हे सिध्द करणं सोपं आहे. पण, अफाट पसरलेलं हे विश्व सगळया दिशांना सारखंच कसं, याचं समाधानकारक स्पष्टीकरण शास्त्रज्ञांना देता आलेलं नाही. त्याचप्रमाणे, दिर्घिका आणि तारे यांची उत्पत्ती कशी झाली, याचं स्पष्टीकरण शास्त्रज्ञांना 'बिग बँग' च्या सिद्धांतानुसार देता आलेलं नाही. म्हणूनच, विश्वाची निर्मिती कशी झाली, याविषयी शास्त्रज्ञांच्या मनात संभ्रम आहे.

■ ■ ■

१०. महास्फोटाचे रहस्य उलगडण्यासाठी महाप्रयोग

मानवाची कल्पनाशक्ती आणि जिज्ञासूवृत्ती अनन्यसाधारण आहे. विशेष म्हणजे, मानवाच्या कल्पनाशक्तीला आणि जिज्ञासूवृत्तीला अफाट बुद्धीमत्तेची जोड आहे. मानवाने कल्पना केलेल्या विश्वात उडत्या तबकडया आहेत, परग्रहावरून पृथ्वीतलावर अवतरणारी माणसं आहेत, पृथ्वीसारखीच जीवसृष्टी असणारे ग्रह आहेत.

परग्रहावरच्या सजीवसृष्टीबद्दल मानवाला जेवढं कुतूहल आहे, तेवढंच कुतूहल आपल्या ग्रहाची निर्मिती कशी झाली असेल, याविषयी असणं स्वाभाविक आहे. पृथ्वीची निर्मिती कशी झाली हे समजल्यावर मानवाला उत्सुकता होती ती साऱ्या विश्वाच्या निर्मितीमागचं रहस्य जाणून घ्यायची! विश्वातली ही रहस्यं उलगडता आली तर कदाचित या पृथ्वीप्रमाणेच सगळया विश्वालाच आपल्या कवेत घेता येईल, असा स्वार्थी विचारही मानवाच्या मनात आला असल्याची शक्यता नाकारता येत नाही. यातूनच सुरू झाला विश्वाच्या उत्पत्तीचा शोध!

विश्वाची निर्मिती जर महास्फोटातून झाली, असं मानलं तर मग या महास्फोटाचं प्रारूप आपण पृथ्वीतलावर एका प्रयोगशाळेत का उभारायचं नाही, अशा भन्नाट कल्पनेतून शास्त्रज्ञांनी एक महाप्रयोग करायचं ठरवलं. मग विश्वकर्म्याच्या भूमिकेतून शास्त्रज्ञांनी स्विर्झलंड आणि फ्रान्स या देशांच्या सीमेवर असलेल्या जिनिव्हा शहराजवळ जमिनीखाली १०० मीटर अंतरावर २७ किलोमीटर परिघ असलेल्या बोगद्यामध्ये एक आक्राळविक्राळ यंत्र बसवलं. या यंत्राचं नाव आहे- 'लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडर'! एक अणू विखंडक यंत्र!

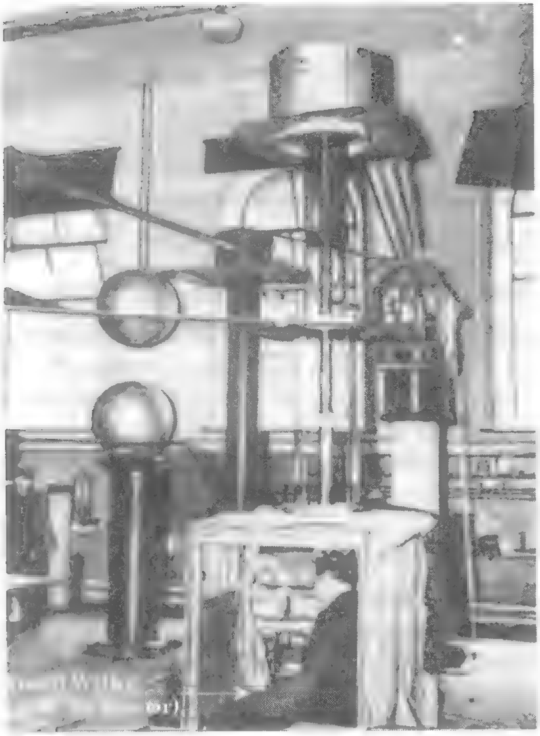
गॅलिलिओ गॅलिली, आयझॅक न्युटन, जेम्स मॅक्सवेल, इमॅन्युएल कांट, अल्बर्ट आईनस्टाईन, एडविन हबल यासारख्या ज्ञात आणि आपल्याला अज्ञात असलेल्या अनेक संशोधकांनी आत्तापर्यंत विश्वाच्या निर्मितीविषयी जी काही मतं, सिद्धांत, नियम मांडले, जी गणितीय समीकरणं सोडवली, जी प्रारूपं तयार केली या सगळया शास्त्रज्ञांच्या प्रयत्नांची परिणीती म्हणजे हे अजस्त्र यंत्र आणि त्याद्वारे केला जाणारा हा आत्तापर्यंतचा जगातला सगळयात मोठा प्रयोग!

'सर्न ' या युरोपीय अणू संशोधन संस्थेच्या संशोधकांच्या नेतृत्वाखाली केल्या जाणाऱ्या या प्रयोगामध्ये युरोपातील २० देशांसह एकूण ८५ देशातले आठ हजार शास्त्रज्ञ एकत्र आले. इतक्या मोठया संख्येने एकत्र येऊन वैज्ञानिक प्रयोग करण्याची मानवी इतिहासातली ही पहिलीच वेळ! अर्थात, हा प्रयोगसुद्धा असाच होता, १५ अब्ज वर्षांपूर्वी 'बिग बँग' च्या वेळी जशी परिस्थिती होती, अगदी तशीच परिस्थिती प्रत्यक्षात निर्माण करण्याचा!

हा महाप्रयोग करण्यामागे पृथ्वीतलावर प्रतिसृष्टी निर्माण करण्याचा मुळीच हेतू नाही. तर या प्रयोगातून विश्वाचं गुढ उकलण्याचा प्रयत्न केला जाणार असल्याचा दावा शास्त्रज्ञांनी केला आहे.

अतिविशाल विश्वाचं रहस्य उलगडण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी अतिसुक्ष्माकडे जाण्याचा मार्ग स्विकारला आहे. म्हणजेच, प्रचंड उर्जा असलेल्या सुक्ष्म मूलकणांना एकमेकांवर आपटवायचं आणि त्यांच्या टकरीमधून विश्वाच्या रचनेचं रहस्य शोधायचं. अर्थात, हा मार्ग स्विकारताना एक मुख्य अडचण अशी आली की, सुक्ष्मकणांची अशी प्रत्यक्ष टक्कर घडवून आणण्यासाठी लागणारी प्रचंड उर्जा या सुक्ष्मकणांना पुरवणार कशी? आणि जर ही टक्कर प्रत्यक्ष घडवून आणता येत नसेल तर मग सुक्ष्म कणांच्या मदतीने केलेली विश्वाची भाकीते तपासून कशी पहाणार?

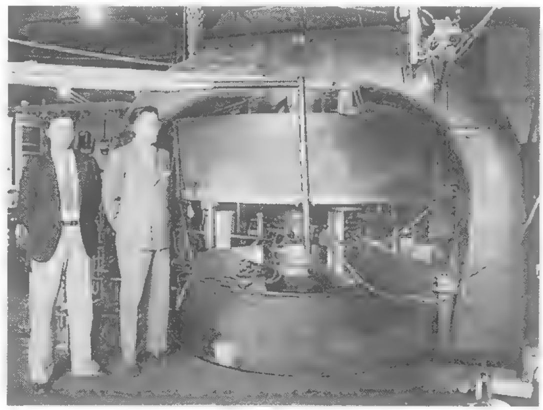
अर्थात, हार मानून गप्प बसणं, मानवी स्वभावात बसत नाही. संशोधकांनी या अडचणींवर मात करण्यासाठी सुक्ष्मकण त्वरकाची बांधणी करण्यास सुरूवात केली. त्वरक म्हणजे, सुक्ष्मकणांचा वेग प्रचंड



जगातला पहिला सुक्ष्मकण त्वरक, सन १९३०.

मूलकणांची उर्जा वाढविण्याचा प्रयत्न केला जातो.

१९३० साली जॉन डग्लस कॉकरॉफ्ट (१८९७-१९६७) आणि अर्नेस्ट टी एस्. वॉल्टन (१९०३ - १९९५) या दोन शास्त्रज्ञांनी 'लिनीयर ॲक्सलरेटर' म्हणजे एकरेषिय त्वरकाची निर्मिती केली. जगातला हा पहिला सुक्ष्मकण त्वरक होय. अणूमध्ये असलेल्या वेगवेगळया कणांना जास्त उर्जा पुरवून त्यांचा अभ्यास करणं, या यंत्राद्वारे शक्य होत असे. त्यानंतर १९३२ साली लॉरेन्स आणि लिव्हिंगस्टन यांनी कॅलिफोर्निया विद्यापीठामध्ये सायक्लोट्रॉन उभारला. या यंत्राचा आकार साधारणपणे एका खोलीएवढा असून त्याद्वारे आधीपेक्षा दहा पट जास्त उर्जा असलेले मूलकण



लॉरेन्स आणि लिव्हिंगस्टन
आपल्या सायक्लोट्रॉन या सुक्ष्मकण त्वरकासह

मिळवणं शक्य झालं. या यंत्राची त्यावेळची किंमत होती, दहा हजार डॉलर्स!

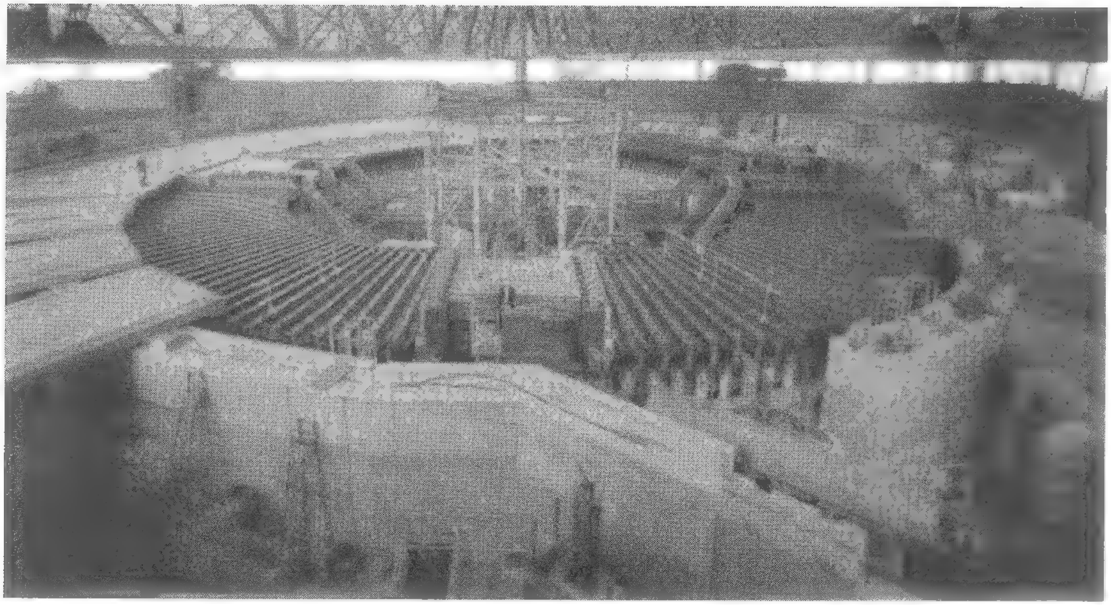
या यंत्राची मोठी आणि सुधारित आवृत्ती १९३९ साली तयार झाली. या यंत्रामधून पूर्वीपेक्षा १२ पट जास्त उर्जा असलेले मूलकण मिळवणं शक्य झालं. पण हे यंत्र चालवण्यासाठी अनेक तंत्रज्ञांची मदत घ्यावी लागत असे. यासाठी एक स्वतंत्र प्रयोगशाळासुद्धा बांधावी लागली. या यंत्राची किंमत होती, एक लाख डॉलर्स! म्हणजेच आधीच्या यंत्रापेक्षा दहा पट जास्त.

दुसऱ्या महायुद्धानंतर अठरा लाख डॉलर किंमतीचा

प्रमाणात वाढवणारं यंत्र! या त्वरकांमध्ये निर्माण करण्यात येणाऱ्या विद्युतचुंबकीय क्षेत्रामधून प्रोटॉनसारखे विद्युतप्रभारीत मूलकण जाऊ दिल्यास त्यांचा वेग वाढत जातो. म्हणजेच त्वरकांमधून



जॉन डग्लस कॉकरॉफ्ट



अकरा मजली इमारतीएवढया उंचीचा 'बेव्हाट्रॉन' हा सुक्ष्मकण त्वरक

मोठा सायक्लोट्रॉन तयार करण्यात आला. हे यंत्र इतकं मोठं होतं की त्यासाठी एक इमारतच बांधावी लागली. हे यंत्र चालवण्यासाठी अनेक शास्त्रज्ञ आणि तंत्रज्ञांचं एक जाळं तयार करून त्यांच्यासाठी मोठया प्रयोगशाळा बांधण्यात आल्या. या यंत्रामधून निघणाऱ्या मूलकणांची उर्जा पूर्वीच्या यंत्रांमधून मिळणाऱ्या मूलकणांच्या उर्जेपेक्षा तीस पटींनी जास्त होती. त्यामुळे ह्या अतिशक्तीशाली मूलकणांपासून उद्भवणाऱ्या संभाव्य धोक्यांचा सामना करण्यासाठी बरीच खबरदारी घ्यावी लागली.

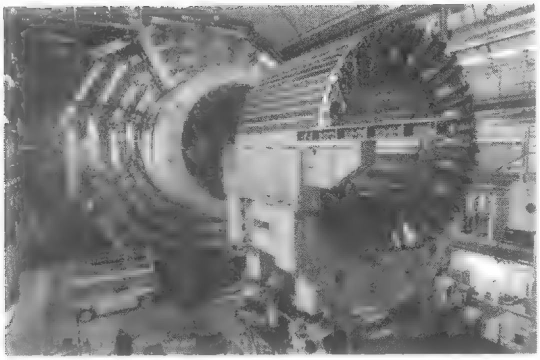
त्यानंतर १९५३ साली या यंत्राच्या अठरापट जास्त उर्जेचे मूलकण निर्माण करणारं 'बेव्हाट्रॉन' नावाचं यंत्र शास्त्रज्ञांनी तयार केलं. ९० लाख डॉलर किंमत असलेल्या या यंत्राचा व्यास ३४ मीटर म्हणजे, सुमारे अकरा मजली इमारतीच्या उंचीइतका होता.

त्यानंतर १९६० च्या सुमारास जिनिव्हा येथे 'सर्न' (Council European des Researches Nucléaires) या संस्थेमध्ये बेव्हाट्रॉनमधून होणाऱ्या अतिउर्जा असलेल्या सुक्ष्मकणांपेक्षा चौपट जास्त उर्जा असलेले सुक्ष्मकण देणारं यंत्र उभारण्यात आलं. अंगठीसारखा आकार असलेल्या या यंत्राचा व्यास होता २०० मीटर. इतकं प्रचंड यंत्र उभारण्यासाठी तेवढाच प्रचंड म्हणजे तीन कोटी डॉलर एवढा आला. एवढा खर्च करणं हे कोणत्याही एका देशाच्या आवाक्याबाहेरचं होतं. त्यामुळे अनेक युरोपिय देशांनी मिळून हा खर्च केला.

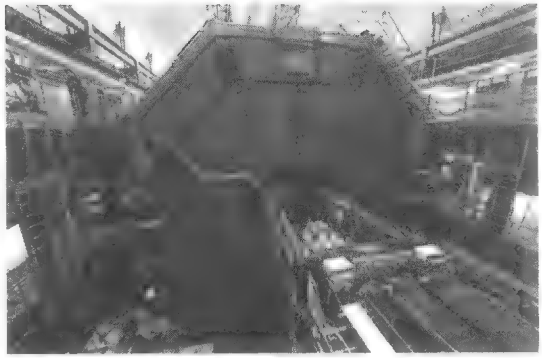
१९७३ साली शिकागो जवळ असलेल्या फर्मी प्रयोगशाळेत उभारण्यात आलेल्या सुक्ष्मकण त्वरकाने याहीपुढची उंची गाठली. या त्वरकामधून 'सर्न' संस्थेतल्या त्वरकातून बाहेर पडणाऱ्या सुक्ष्मकणांच्या सात पट जास्त उर्जा असलेले सुक्ष्मकण मिळवणं शक्य झालं. एक मैलापेक्षा जास्त परिघ असलेल्या या त्वरकाची किंमत होती २५ कोटी डॉलर.

या सगळया प्रयत्नांची पुण्याई आणि अनुभव पाठीशी असलेल्या जगभरातल्या शास्त्रज्ञांनी मग तयारी सुरू केली ती विश्वाच्या निर्मितीच्या वेळी जसा महास्फोट घडला तसाच महास्फोट प्रयोगशाळेत करण्याची!

हा प्रयोग करण्यासाठी जगभरातले दहा हजारांपेक्षा जास्त वैज्ञानिक १९९४ सालापासून कार्यरत आहेत.



'लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडर' मधली अजस्त्र यंत्रणा



'लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडर' मधील अजस्त्र विद्युतचुंबकाचे दरवाजे

या प्रयोगात अतिउर्जा असलेल्या सुक्ष्मकणांची टक्कर घडवून आणण्यासाठी जगातल्या आत्तापर्यंतच्या सर्वात मोठया त्वरकाची बांधणी करण्यात आली. 'लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडर' असं या त्वरकाचं नामकरण करण्यात आलं. सुमारे २७ किलोमीटर लांबीच्या या अजस्त्र त्वरकासाठी सुमारे ७.७ अब्ज डॉलर्स मोजावे लागले असून या यंत्राच्या निर्मितीसाठी २००३ सालापासून शास्त्रज्ञ कार्यरत होते.

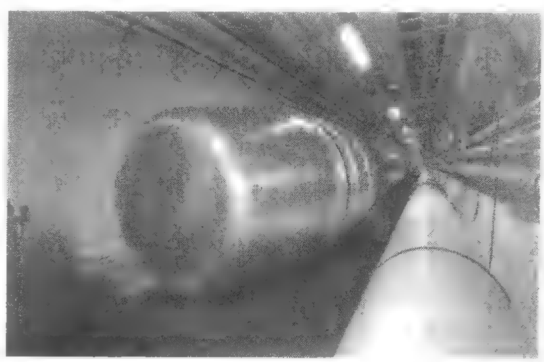
सुमारे दोन हजार टन म्हणजेच पाच जम्बो जेट विमानांच्या एकूण वजनाएवढं वजन असलेल्या 'लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडर' या यंत्रामध्ये एकूण ९३०० चुंबक बसवण्यात आले आहेत. यातला प्रत्येक चुंबक हा ३४ टन वजनाचा आणि १५ मीटर लांब (म्हणजे ५ मजली इमारतीच्या उंचीएवढा) आहे.

विशेष म्हणजे, त्यापैकी काही चुंबक मुंबईच्या भाभा अणू संशोधन केंद्राच्या शास्त्रज्ञांनी तयार केले आहेत. अनेक भारतीय शास्त्रज्ञ या प्रयोगामध्ये प्रत्यक्ष आणि अप्रत्यक्षपणे सहभागी झाले आहेत. या सगळया प्रयोगासाठी एकूण ९.५ अब्ज डॉलर्स इतका प्रचंड खर्च करण्यात आला आहे.

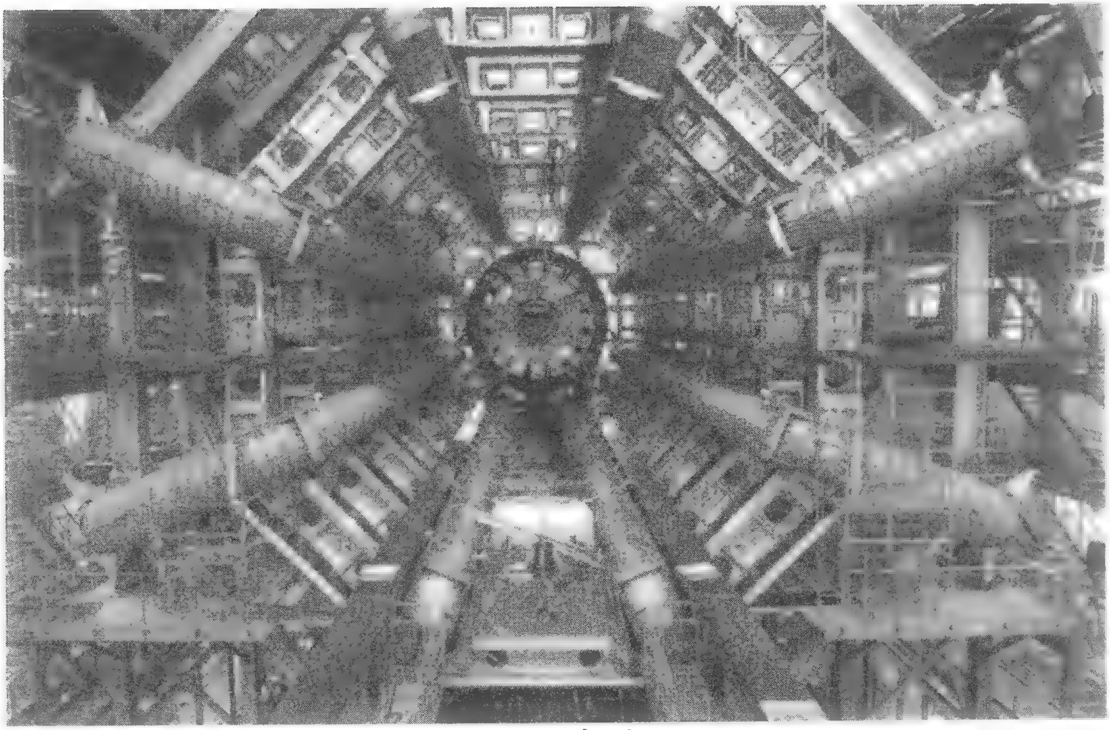
प्रचंड उर्जा असलेले असे दोन मूलकण एकमेकांवर आदळले तर ते नामशेष होऊन त्यांचं रूपांतर उर्जेमध्ये होतं. १५ अब्ज वर्षांपूर्वी महास्फोटाच्या वेळी बाहेर पडलेल्या उर्जेला साकारायचं तर मूलकणांचा वेग प्रचंड प्रमाणात वाढवून त्यांची टक्कर घडवून आणणं आवश्यक आहे.

आता ह्या मूलकणांचा वेग कसा वाढवायचा? तर याआधी सांगितल्याप्रमाणे, विद्युतप्रभारित मूलकणांना प्रचंड शक्तीशाली विद्युतचुंबकीय क्षेत्रातून फिरवलं जातं. विद्युतचुंबकीय क्षेत्रामधून जात असताना ते उर्जा ग्रहण करतात. त्यामुळे या मूलकणांचा वेग वाढत जातो.

नेमकी हीच गोष्ट लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडरमध्ये घडवून आणली जाते. या यंत्रामध्ये धन विद्युत प्रभार असलेल्या प्रॉटॉन्स म्हणजेच हायड्रोजन केंद्रकांना विद्युतचुंबकीय बलाच्या प्रभावाखाली वेगाने फिरवण्यात येतं. या कणांमध्ये पुरेशी उर्जा येण्यासाठी त्यांचा वेग तेवढया जास्त प्रमाणात वाढवणे आवश्यक आहे आणि आवश्यक तेवढा वेग प्राप्त होण्यासाठी विद्युतचुंबकीय क्षेत्र प्रयुक्त केलेल्या कित्येक किलोमीटर लांबीच्या नलिकेतून पाठवावे लागतील. नलिकेची



'लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडर' मधील ३४ टन वजनाचा आणि १५ मीटर लांबीचा अजस्त्र विद्युतचुंबक

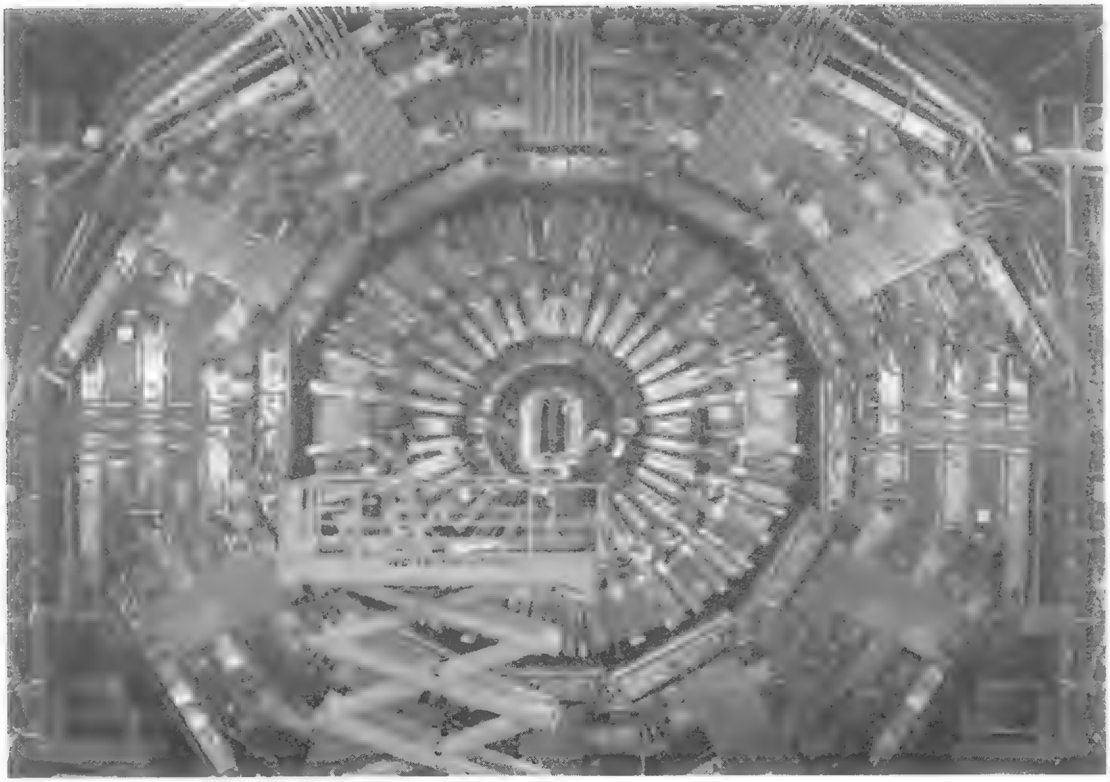


लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडर

लांबी करण्याचा सोपा उपाय म्हणजे ही नलिका सरळसोट न करता अनेक वेटोळयांनी तयार करायची! पण, प्रचंड वेगात असलेल्या या विद्युतप्रभारित कणांना गोलाकार मार्गाने फिरवत ठेवायचं तर त्यांच्या वेगाच्या दिशेत सतत बदल करणं आवश्यक आहे. त्यासाठी या गोलाकार मार्गांवर जागोजागी विद्युतचुंबक बसवणं गरजेचं आहे. या चुंबकांचं तापमान अतिशीत असणं सुद्धा महत्वाचं आहे. महाप्रयोग करताना, लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडरची बांधणी करताना अशी अनेक अवधानं शास्त्रज्ञांना पाळावी लागली.

विद्युतचुंबकांचं तापमान कमी करण्यासाठी दहा हजार टन द्रवरूप नायट्रोजन वापरण्यात आला आहे. त्यामुळे या चुंबकांचं तापमान वजा १९३ अंश सेल्सीयस इतके कमी केलं जातं. त्यानंतर ६० टन द्रवरूप हेलियमचे मिश्रण वापरून हे तापमान सध्याच्या विश्वाच्या सरासरी तापमानाएवढं म्हणजे, वजा २७१ अंश सेल्सीयस इतकं कमी करण्यात येतं. विद्युतचुंबकांमुळे निर्माण झालेल्या प्रचंड विद्युतचुंबकीय क्षेत्रामध्ये गाऱ्या गाऱ्या भिंगोऱ्या करत प्रोटॉन फिरत राहतात.

वेग सतत वाढत जावा यासाठी प्रोटॉन २७ किलोमीटरच्या परिघात विद्युतचुंबकीय बलाच्या प्रभावाखाली फिरवले जाणार आहेत आणि एका सेकंदात हे प्रोटॉन अकरा हजार फेऱ्या मारणार आहेत. याचाच अर्थ, एका सेकंदात प्रोटॉन २ लाख ९७ हजार किलोमीटर इतकं अंतर काटणार आहे. दुसऱ्या शब्दात सांगायचं तर, या प्रोटॉनचा वेग सुमारे २ लाख ९७ हजार किलोमीटर प्रती सेकंद (२.९७ x १०^{८} मीटर प्रती सेकंद) इतका प्रचंड असणार आहे. याठिकाणी एक गोष्ट लक्षात घ्या की प्रकाशाचा वेग ३ x १०^{८} मीटर प्रती सेकंद इतका आहे. थोडक्यात, लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडरमधून प्रकाशाच्या वेगापेक्षा थोडया कमी वेगाने मूलकण फिरवण्यात येणार आहेत. या कणांचा वेग प्रचंड प्रमाणात वाढल्यामुळे,



'लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडर' मधील सीएमएस सुक्ष्मकण शोधक

त्यांच्यामध्ये असलेली उर्जा देखिल प्रचंड असते.

प्रोटॉन कणांचे असे दोन प्रवाह विरूद्ध दिशांनी लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडरमधून गतिमान केले जाणार आहेत. एका प्रवाहातील प्रोटॉन घडयाळाच्या काटयाच्या दिशेत वर्तुळाकार मार्गाने गतिमान असतील तर दुसऱ्या प्रवाहातील प्रोटॉन घडयाळाच्या काटयांच्या विरूद्ध दिशेने वर्तुळाकार मार्गाने फिरत राहतील.

प्रोटॉनचा वेग अपेक्षित किंमतीपर्यंत वाढेपर्यंत त्यांना गोलाकार मार्गाने फिरावे लागेल. त्या दरम्यान या दोन्ही प्रवाहतील प्रोटॉनची टक्कर होऊ नये यासाठी दोन्ही प्रवाहाचे मार्ग थोडया फरकाने वेगळे ठेवण्याची दक्षता घेतली जाईल. प्रोटॉनचा वेग जेव्हा आवश्यक तेवढा होईल, तेव्हा या दोन्ही प्रवाहांचे मार्ग बदलले जातील आणि त्यांची टक्कर घडवून आणण्यात येईल. लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडर पूर्णपणे कार्यरत झाल्यावर एका सेकंदाला अशा सुमारे साठ कोटी टकरी घडवून आणल्या जाणार आहेत. या टकरी केवळ प्रोटॉन कणांच्याच व्हाव्यात यासाठी लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडरमध्ये निर्वात पोकळी तयार करण्यात आली आहे.

महाप्रयोग करण्यासाठी केलेला केवढा हा खटाटोप! केवढी ही धडपड! केवळ विश्वाच्या निर्मितीचं गुढ उकलण्यासाठी केलेली! एवढी सगळी मेहनत करून ह्या प्रयोगाला यश मिळेल आणि शास्त्रज्ञांना पडलेल्या अनेक प्रश्नांची ठोस उत्तरं त्यांना सापडतील याची खात्री नाही. तरीसुद्धा आपल्याला पडलेल्या प्रश्नांची उत्तरं शोधण्याचा केलेला हा महाप्रयत्न. म्हणूनच त्यांच्या या चिकाटीला, जिद्दीला आपण दाद द्यायलाच हवी.

■ ■ ■

११. महास्फोटाच्या महाप्रयोगाला सुरूवात

१० सप्टेंबर २००८. जिनिव्हा शहराजवळ सुरू केला जाणारा 'बिग बँग' चा प्रयोग हा समस्त मानव जातीच्या कल्याणासाठी आहे, की आपल्या पृथ्वीच्या विनाशाची रंगीत तालीम आहे, या संभ्रमात केवळ सर्वसामान्य जनताच नव्हे, तर शास्त्रज्ञसुद्धा आहेत. हा प्रयोग यशस्वी करण्यासाठी अविश्रांत धडपडणाऱ्या शास्त्रज्ञांप्रमाणेच हा प्रयोग मुळात सुरूच होऊ नये यासाठी न्यायालयापर्यंत लढा देणारेही काही शास्त्रज्ञ आहेत.

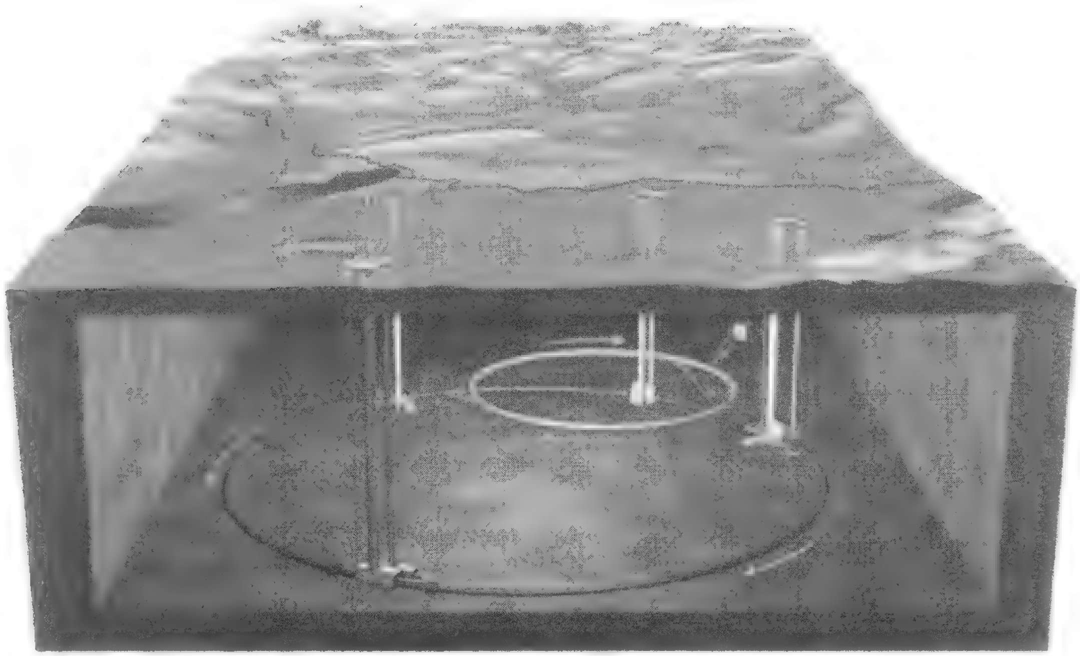
अशा संभ्रमित वातावरणातला १० सप्टेंबर २००८ हा दिवस. विश्वाच्या निर्मितीमागचं गुढ उकलण्यासाठी जिनीव्हात आठ हजार शास्त्रज्ञ सज्ज झाले होते. विज्ञान कादंबरीतली 'लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडर'ची कल्पना प्रत्यक्षात आली होती.

ग्रिनीच प्रमाणवेळेनुसार ७ वाजून ३२ मिनीटे. जिनीव्हा शहराजवळ भूगर्भात १०० मीटर खोलीवर खणण्यात आलेल्या २७ किलोमीटर लांबीच्या बोगद्यात महाप्रयोगाला सुरूवात झाली. अणू विखंडक यंत्रामधून धनविद्युत प्रभारित प्रोटॉन कणांचा पहिला प्रवाह सोडण्यात आला. अनेक चाचण्यांनंतर अखेरीस ग्रीनीच प्रमाणवेळेनुसार ८ वाजून २६ मिनीटांनी संगणकाच्या पडद्यावर दोन पांढरे ठिपके दिसले. प्रोटॉन कणांचा प्रवाह कोलाईडरमधून यशस्वीरित्या गेल्याची शास्त्रज्ञांनी खुणगाठ पटली आणि प्रयोगशाळेत एकच जल्लोष झाला. जगभरातले हजारो शास्त्रज्ञ, तंत्रज्ञ या प्राथमिक चाचणीत उत्तीर्ण झाले. या प्रकल्पाचे प्रमुख लीन इव्हान्स यांची उत्स्फुर्त प्रतिक्रीया उमटली, 'देअर इट इज!' शॅम्पेनच्या बाटल्या फोडून शास्त्रज्ञांनी हे यश साजरं केलं. सर्न संस्थेच्या महासंचालकांनी 'वेल डन एव्हरीबडी' या शब्दात सगळया सहभागी शास्त्रज्ञांचं अभिनंदन केलं.

अर्थात, ही फक्त सुरूवात आहे, याची जाणीव शास्त्रज्ञांना होती. कारण, ह्या अजस्त्र यंत्रांची रचना अत्यंत गुंतागुंतीची आहे. त्यामध्ये कधीही कोणताही



पहिली चाचणी यशस्वी झाल्यावर शास्त्रज्ञांचा जल्लोष



भूपृष्ठाखाली १०० मीटरवर असलेल्या 'लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडर'चं स्थान

बिघाड होऊ शकतो. पण, सुरूवात तर चांगली झाली, असं म्हणून सगळया शास्त्रज्ञांनी सुटकेचा निश्वास टाकला.

१० सप्टेंबर २००८ साली सरू झालेल्या या प्रयोगात महास्फोटासदृश परिस्थिती निर्माण करण्यासाठी शास्त्रज्ञांना काही महत्वपूर्ण चाचण्या घ्याव्या लागणार आहेत. लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडरमधून सर्वात शक्तीशाली प्रोटॉनचा प्रवाह सोडण्यासाठी कमीतकमी एक वर्ष थांबावे लागणार आहे. सुरूवातीला अत्यंत कमी उर्जा असलेला प्रोटॉनचा प्रवाह लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडरमधून सोडून या यंत्राची चाचणी घेण्यात येईल. या चाचण्यांचे निष्कर्ष जर योग्य आले तरच विरूद्ध दिशेने प्रोटॉनचा प्रवाह सोडला जाईल. एकदा का हे दोन्ही प्रवाह सोडले की मग मात्र शास्त्रज्ञांना थांबता येणार नाही.

दोन्ही दिशांनी प्रोटॉनचे प्रवाह सोडल्यावर त्यांना आवश्यक तेवढा वेग प्राप्त करून देण्यात येईल आणि मगच सुक्ष्मकणांची टक्कर घडवून आणली जाईल. या दरम्यान जर कोलाईडरमध्ये एखादा बिघाड झाला तर तोसुद्धा शास्त्रज्ञांना दुरूस्त करावा लागणार आहे.

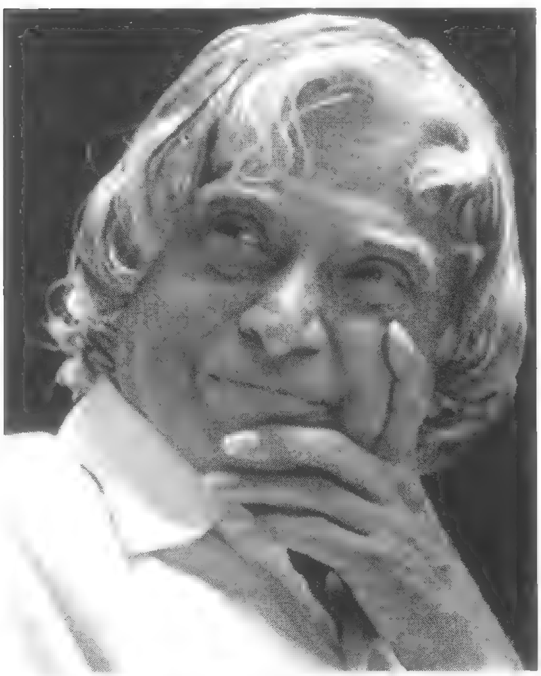
लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडरमध्ये बसवण्यात आलेल्या अनेक लहानमोठया उपकरणांच्या आधारे जगभरातले शास्त्रज्ञ एकूण सहा प्रयोग करणार आहेत. या सहा प्रयोगांपैकी दोन प्रयोग अतिशय मोठे आणि महत्वाचे आहेत. हे सहा प्रयोग पूर्ण होऊन त्याचे निष्कर्ष हाती येण्यासाठी काही वर्षांचा काळ जावा लागणार आहे.

■ ■ ■

१२. महाप्रयोगाविषयी गैरसमज

महास्फोटाच्या वेळी जी परिस्थिती होती तशीच परिस्थिती निर्माण करण्याची शास्त्रज्ञांची धडपड पाहून सर्वसामान्यांच्या काळजाचा ठोका मात्र चुकला. अनेक तर्कवितर्कांना सुरूवात झाली. या प्रयोगाच्या घटनेमुळे जगभरात खळबळ माजली. कारण, या शास्त्रज्ञांच्या प्रयोगाला यश आलं आणि खरोखरच महास्फोट होऊन पृथ्वीचाच विनाश झाला तर? या प्रयोगामुळे महाप्रचंड भूकंप किंवा त्सुनामी लाटांसारखे संकट पृथ्वीवर चाल करून येईल आणि मग आपला विनाश होईल, असंही काही जणांना वाटतं. हा प्रयोग थांबवावा, याकरिता प्रयोगासाठी अविरत कष्ट घेणाऱ्या शास्त्रज्ञांना जीवे मारण्याच्या धमकीचे ई-मेल सुद्धा आले.

लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडर या यंत्रामध्ये विद्युतप्रभार



महाप्रयोगामुळे पृथ्वीचा विनाश अशक्य आहे, असा दिलासा देणारे माजी राष्ट्रपती ए पी जे अब्दुल कलाम

असलेल्या मूलकणांचे दोन प्रवाह एकमेकांच्या दिशेने प्रकाशाच्या वेगाने गतीमान होऊन एकमेकांवर आदळणार आहेत. या टकरीमधून एखादं कृष्णविवर जन्माला येऊन त्याने आपल्या पृथ्वीला....किंवा कदाचित संपूर्ण सूर्यमालेलाच गिळंकृत केलं तर?

खरंच असं काही घडलं तर आपल्या पृथ्वीचा काही कोटी वर्षांचा इतिहास आणि भूगोल दोन्हीही विश्वाच्या या अथांग पसाऱ्यात गुडूप होण्याची शक्यता काही जणांना वाटत आहे. काही वैज्ञानिकांनीसुद्धा हा प्रयोग होऊ नये यासाठी न्यायालयाचा दरवाजा ठोठावला आहे.

तशातच भर म्हणजे, या प्रयोगामुळे भूकंप होतील, पृथ्वीचा विनाश होईल, सुक्ष्म कृष्णविवरं तयार होऊन पृथ्वीला गिळंकृत करतील, कोसळणारे तारे निर्माण होतील, अशी हाकाटी वेगवेगळया प्रसारमाध्यमांनी आणि विशेषतः दूरचित्रवाणी वाहिन्यांनी केली. ॲनिमेशन केलेली तशी चित्रंसुद्धा दाखवली गेली. सहाजिकच, या प्रयोगाबद्दलचं गुढ आणि भिती वाढली.

आपल्या जीवाची काळजी कुणाला नसते? सहाजिकच, लोक धोका पत्करायला तयार नव्हते. दूरचित्रवाणी वाहिन्यांमुळे महाप्रयोगाची बातमी सगळीकडे, म्हणजे अगदी खेडोपाडीसुद्धा वेगाने पसरली. दूरचित्रवाणी वाहिन्यांनी त्यांच्या खास शैलीत प्रसारित केलेल्या बातमीमुळे या प्रयोगाविषयी लोकजागृती होण्याऐवजी लोकांमध्ये घबराट पसरली. १० सप्टेंबरच्या दिवशी काही गावांमधून शेतकरी शेतावर गेले नाहीत, शाळांना सुट्टी दिली गेली, इतकंच काय पण काही गावातल्या डॉक्टरांनी आपल्या दवाखान्याकडे पाठ फिरवून घरी राहणं पसंत केलं. महास्फोटाच्या वेळी मोठा भूकंप होईल या भितीने नागरिक मोठया संख्येने घराबाहेर पडून रस्त्यावर आले. आपल्या देशात विज्ञानजागृतीचं कार्य करणं किती आवश्यक आहे, हेच पुन्हा एकदा या सगळया घटनांनी दाखवून दिलं.

प्रसारमाध्यमांनी या महाप्रयोगाला दिलेल्या प्रसिद्धीमुळे असा एखादा प्रयोग पृथ्वीतलावर कुठेतरी केला जात आहे, याची माहिती खेडोपाडीसुद्धा पोहोचली हे मात्र नक्की! त्यामुळे या 'निगेटिव्ह पब्लिसीटी'चं श्रेय प्रसारमाध्यमांना आपण द्यायलाच पाहिजे!

आपल्या देशाचे माजी राष्ट्रपती आणि थोर शास्त्रज्ञ ए. पी. जे. अब्दुल कलाम यांनी भारतीय जनतेला महाप्रयोगाची भिती बाळगण्याचं कारण नसल्याचं सांगितलं. हा प्रयोग करताना शास्त्रज्ञांनी सगळया शक्यतांवर विचार करून सर्वतोपरी काळजी घेतली आहे. त्यामुळे महास्फोटाच्या प्रयोगामुळे पृथ्वी नष्ट होणार नाही, या प्रयोगामुळे कुणाच्याही जीवाला धोका पोहोचणार नाही, त्याउलट, या प्रयोगामधून मिळणाऱ्या ज्ञानाचा वैज्ञानिकांना आणि जगभरातील लोकांना फायदाच होणार असल्याचं अब्दुल कलाम म्हणाले. विश्वाचं रहस्य उलगडण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी सर्वात मोठा अणू विखंडक म्हणजेच ॲटॉमिक स्मॅशर तयार केला असून भौतिकशास्त्रातला हा एक क्रांतीकारी प्रयोग आहे. विश्वाच्या निर्मितीच्या वेळी जी उर्जा व इतर घटकांची निर्मिती झाली त्याची माहिती या प्रयोगातून मिळेल आणि या माहितीचा उपयोग करून आपण आपलं जीवनमान सुधारू शकतो, असा आशावादसुद्धा कलाम यांनी व्यक्त केला. विशेष म्हणजे, हा प्रयोग सुरू होण्याच्या दोन वर्ष अगोदर अब्दुल कलामांनी ज्या ठिकाणी प्रत्यक्ष प्रयोग केला जात आहे, त्या ठिकाणाला भेट देऊन तिथल्या सर्व गोष्टींची पहाणी केली होती.

'सर्न' संशोधन संस्थेतर्फेसुद्धा अधिकृत निवेदनं प्रसारित करून जगभरातील लोकांना या प्रयोगाविषयी भिती न बाळगण्याचं अवाहन करण्यात आलं. या निवेदनामध्ये म्हटल्याप्रमाणे, समजा, या प्रयोगात वापरला गेलेला शक्तीशाली प्रोटॉन किरण नियंत्रणाबाहेर गेलाच तर त्यामुळे लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडरचे नुकसान हाईल. त्यामुळे फारतर हा कोलाईडर ज्या बोगद्यामध्ये बसवण्यात आला आहे, त्याच्या खडकांना धोका पोहोचेल, संपूर्ण पृथ्वीला नव्हे.

जगद्विख्यात शास्त्रज्ञ स्टिफन हॉकींग यांनीही या प्रयोगामुळे जगाचा विनाश होण्याची सुतराम शक्यता नसल्याचं सांगितलं.

■ ■ ■

१३. महाप्रयोगातल्या अडचणी

२७ किलोमीटर लांबी असलेल्या अजस्त्र त्वरकामध्ये प्रयोग करायचा आणि तो सुद्धा सातत्याने काही महिने चालणारा, म्हणजे अडचणी ह्या येणारच! प्रयोग सूरू झाल्यावर अनेक अवधानं बाळगावी लागणार. लार्ज हॅड्रॉन कोलाइडरची रचना अत्यंत गुंतागुंतीची असल्यामुळे त्यामध्ये कधीही कोणताही बिघाड होऊ शकतो. अर्थात, या सगळया गोष्टींची पूर्ण कल्पना शास्त्रज्ञांना आहे आणि या अडचणींना तोंड देण्याची शास्त्रज्ञांची तयारी आहे.

लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडरचं कार्य सुरू झाल्यापासून आठवडयाभरातच शास्त्रज्ञांना एका समस्येला तोंड द्यावं लागलं. विद्युतचुंबकांचं तापमान कमी राखण्यासाठी कार्यरत असलेल्या विद्युत यंत्रणेतील ३० टन वजनाच्या ट्रान्सफॉर्मरमध्ये बिघाड झाला. तब्बल ३६ तास हा ट्रान्सफॉर्मर काम करत नव्हता. यंत्रणेतला हा बिघाड लक्षात आल्यावर तंत्रज्ञांनी हा ट्रान्सफॉर्मर काढून त्याच्या जागी दुसरा ट्रान्सफॉर्मर बसवला. हा ट्रान्सफॉर्मर बसवताना बोगद्यातलं कमी केलेले तापमान वाढवायला लागलं आणि ट्रान्सफॉर्मर बसवल्यानंतर पुन्हा ते कमी करायला लागलं. या सगळया प्रक्रीयेत बराच वेळ वाया गेला.

ही समस्या दूर होते तोच आणखी एक अडचण पुढे आली. १९ सप्टेंबरला म्हणजे, महाप्रयोगाला सुरूवात केल्यापासून केवळ नऊ दिवसांनी हेलियम वायूची गळती होत असल्याचं शास्त्रज्ञांच्या लक्षात आलं. लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडरमध्ये बसवण्यात आलेल्या ९३०० विद्युतचुंबकांचं तापमान वजा २७१ अंश सेल्सीयस पर्यंत कमी करण्यासाठी द्रवरूप नायट्रोजन आणि हेलियमचे मिश्रण वापरलं आहे. अतिशय जास्त प्रमाणावर विद्युतधारा गेल्यामुळे या यंत्रातल्या दोन विद्युतचुंबकांना जोडणारा विद्युत परिपथ वितळायला लागला. विद्युत परिपथामध्ये बिघाड झाल्यामुळे मग हेलियमची गळती सुरू झाल्याचं शास्त्रज्ञांना आढळलं. विद्युतचुंबकांना जोडणारी यंत्रणा बंद पडल्यामुळे या विद्युतचुंबकांचं काम थांबलं.

बिघडलेली यंत्रणा दुरूस्त करण्यासाठी शास्त्रज्ञांना त्या ठिकाणचं तापमान वाढवावं लागेल आणि दुरूस्ती पूर्ण झाल्यावर परत हे तापमान वजा २७१ अंश सेल्सीयस पर्यंत कमी केल्यानंतरच प्रयोगांच्या चाचण्यांना सुरूवात करता येईल. ही सगळी प्रक्रीया



अजस्त्र विद्युतचुंबकांची देखभाल

पूर्ण होण्यासाठी दोन महिन्याचा तरी कालावधी लागेल.

हेलियमच्या गळतीमुळे येथे काम करणाऱ्या व्यक्तींच्या जीवाला कोणताही धोका नसल्याचं शास्त्रज्ञांनी स्पष्ट केलं आहे. हा बिघाड दुरूस्त होईपर्यंत हिवाळयाला सुरूवात होईल. विजेची बचत करण्यासाठी लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडरचं काम हिवाळयामध्ये तात्पुरतं थांबवण्यात येणार असल्याने अशा प्रकारच्या अडचणींमुळे महाप्रयोग पूर्णत्वाला जाण्यासाठी बराच वेळ लागणार, हे नक्की!

दरम्यान, या प्रयोगामध्ये वापरण्यात येणाऱ्या अनेक संगणक प्रणालींपैकी एक संगणक प्रणाली हॅक करण्यात आली असल्याचा इशारा 'ग्रीक सिक्युरिटी टीम' या गटाने दिली. 'ग्रुप २६००' नावाच्या हॅकर्सच्या एका गटाने हे कृत्य केल्याचं सांगितलं जातं.

पण, शास्त्रज्ञांच्या मते, आजपर्यंत केल्या गेलेल्या सर्व प्रयोगांच्या तुलनेमध्ये प्रचंड मोठया असलेल्या या प्रयोगामध्ये अशा अडचणी ह्या येणारच. थोडक्यात, येणाऱ्या सगळया अडचणींवर मात करून महास्फोटाचा प्रयोग पूर्ण करण्याचा शास्त्रज्ञांचा निर्धार ह्या प्रयोगाएवढाच मोठा आहे!



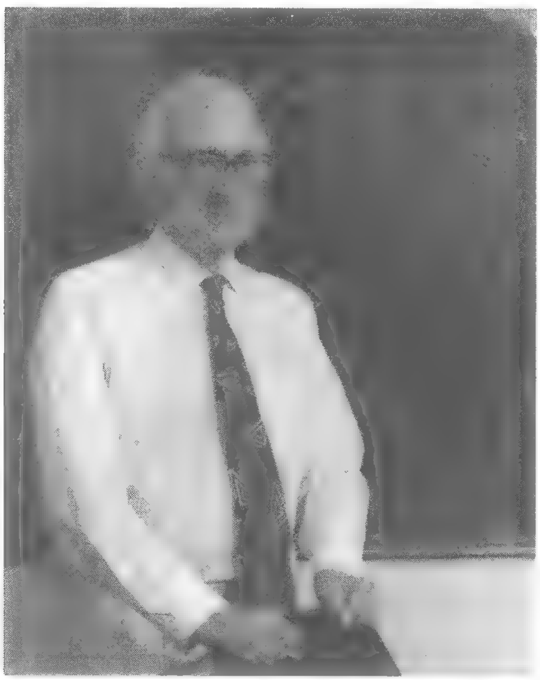
गॅस वाहून नेणाऱ्या पाईपांची तपासणी करणारा तंत्रज्ञ

■ ■ ■

१४. महाप्रयोगाचे फायदे

महाप्रयोगाविषयी सर्वसामान्यांच्या आणि काही शास्त्रज्ञांच्या मनात असलेले गैरसमज दूर करण्यासाठी 'सर्न' संस्थेतर्फे निवेदन देण्यात आले. या प्रयोगामुळे पृथ्वीचा विनाश होण्याची भिती निराधारच नव्हे तर शुद्ध वेडेपणाची असल्याचे सांगण्यात आले.

अर्थात ह्या महाप्रयोगामुळे आपल्याला कोणताही धोका नाही, हे खरं मानलं तरी, 'किती वेळा जन्मा यावे, किती व्हावे फजीत, म्हणऊनी जीव भ्याला' असे तुकाराम महाराजांनी म्हटल्याप्रमाणे, आजचा दिवस कसा ढकलायचा याचीच चिंता जास्त आहे. एवढे डॉलर्स खर्च करून फुकटचं टेन्शन घेण्यासाठी कशाला करायचा हा महाप्रयोग? या महाप्रयोगामुळे आमच्या जीवनात काही फरक पडणार आहे का? असे प्रश्न सर्वसामान्य लोकांच्या मनात येणं स्वाभाविक आहे.



'गॉडस् पार्टिकल्स' ची संकल्पना मांडणारे पिटर हिग्ज

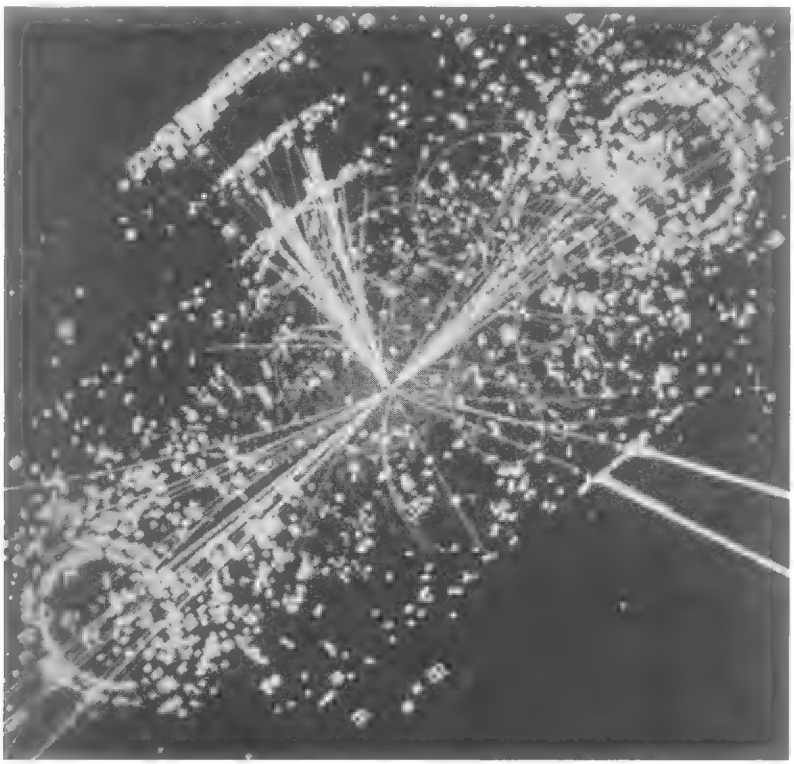
हा सगळा प्रयोग भौतिकशास्त्राशी संबंधित असून डार्क मॅटर म्हणजेच कृष्ण वस्तूमान, कृष्ण विवर, मूलकणांमध्ये असलेलं वस्तूमान कुठून येतं, अशा अनेक संकल्पनांचे स्पष्टीकरण या प्रयोगातून होऊ शकेल.

विश्वाच्या निर्मितीचं रहस्य उलगडण्यासाठी अनेक संशोधकांनी वेगवेगळे सिद्धांत मांडले, मतं मांडली. यातली काही मतं वैज्ञानिक वर्तुळात स्विकारण्यात आली तर काहींना मान्यता मिळाली नाही. १९६४ साली पिटर हिग्ज या ब्रिटीश शास्त्रज्ञाने 'हिग्ज बोसॉन मूलकण' उर्फ 'गॉडस् पार्टिकल्स' ची संकल्पना सैद्धांतिक पातळीवर मांडली. हिग्ज यांच्या मते, महास्फोटाच्या घटनेनंतर अत्यंत सुक्ष्म कालावधीत विश्वात वस्तूमान तयार होण्यामागे हिग्ज बोसॉन हे मूलकण कारणीभूत आहेत. विश्वातलं वस्तूमान हे हिग्ज बोसॉन या मूलभूत कणांनी बनलेलं आहे, या मताला काही शास्त्रज्ञांनीसुद्धा पाठींबा दिला आहे. हे हिग्ज बोसॉन मूलकण खरोखरच अस्तित्वात आहेत का, त्यांचे गुणधर्म काय आहेत आणि खरोखरच विश्वातलं वस्तूमान या कणांपासून बनलं आहे का, याचा अभ्यास करण्याची संधी शास्त्रज्ञांना या प्रयोगातून मिळणार आहे. हिग्ज बोसॉनचे अस्तित्व किंवा त्यांच्या अस्तित्वाच्या खुणा महाप्रयोगातून जर शास्त्रज्ञांना आढळल्या तर विश्वाच्या निर्मितीचं गुढ उकलण्याच्या दृष्टीने ते एक महत्वाचं पाऊल ठरेल. तसंच, एडिनबर्ग विद्यापीठामध्ये प्राध्यापक असलेल्या पिटर हिग्ज यांना नोबेल पुरस्काराने सन्मानित करण्यात येईल, हे वेगळं सांगायला नको!

महाप्रयोगामधून मिळणाऱ्या निष्कर्षांचा फायदा कर्करोगासारख्या असाध्य रोगावर उपचार करण्यासाठी, अणूकचऱ्याची विल्हेवाट लावण्यासाठी योग्य पद्धत विकसित करण्यासाठी, तसेच, वातावरणातील वेगवेगळया बदलांचा अभ्यास करण्यासाठी होऊ शकतो, असा शास्त्रज्ञांचा दावा आहे.

भविष्यातदेखिल अशा प्रकारच्या प्रयोगांमधून शास्त्रज्ञ विश्वाचं रहस्य उलगडण्याचा प्रयत्न करतील. पण, तरीसुद्धा अनेक प्रश्न अनुत्तरीत राहतील, तर काहीवेळा रहस्यांचा शोध घेत असताना नवनविन प्रश्न समोर येतील. महास्फोटाच्या सिद्धांतानंतरही विश्वाच्या निर्मितीसंदर्भात अनेक प्रश्न उरतातच. सुरवातीच्या काळात विश्वाचं तापमान इतकं प्रचंड का होतं. अवकाशात सगळ्या ठिकाणी आणि सर्व दिशांना विश्व एकसारखं का मानलं जातं, त्याचप्रमाणे, विश्वामध्ये जी चार प्रकारची बलं कार्यरत आहेत ह्व गुरूत्वीय बल, विद्युतचुंबकीय बल, अणूकेंद्रकीय बल आणि क्षीण बल, या चार बलांमध्ये परस्पर संबंध आहे का आणि असल्यास त्याचं स्पष्टीकरण कसं देता येईल, असे अनेक प्रश्न आजही अनुत्तरीतच आहेत. या प्रश्नांचा वेध घेण्यासाठी अनेक शास्त्रज्ञांनी यापूर्वी संशोधन केलं आहे आणि आजही जगभरातले अनेक शास्त्रज्ञ त्यावर संशोधन करत आहेत.

विश्वातल्या अज्ञात गोष्टींबद्दल ज्ञान झाल्यानंतरसुद्धा पुन्हा अज्ञाताकडे जाण्याचा मानवाचा हा प्रवास असाच सुरू राहील. ज्ञात गोष्टींच्या आधारावर अज्ञाताचा शोध घेणं आणि हा शोध घेत असतानाच नव्या अज्ञात गोष्टी समोर येणं, यालाच वैज्ञानिक प्रगती म्हणायचं, नाही का?



हिग्ज सुक्ष्मकणांची हालचाल दाखविणारे कल्पनाचित्र

■ ■ ■

१९. लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडर : महत्वाच्या नोंदी

* जगातलं आत्तापर्यंतचं सर्वात मोठं यंत्र, अशी लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडरची नोंद करण्यात आली आहे. या सुक्ष्मकण त्वरकाची लांबी आहे २६६५९ मिटर आणि यामध्ये ९३०० विद्युतचुंबक बसवण्यात आलेले आहेत. या विद्युतचुंबकांचं तापमान वजा १९३.२ अंश सेल्सीयस इतके कमी करण्यासाठी दहा हजार ऐंशी टन द्रवरूप नायट्रोजन वापरण्यात आला आहे. त्यानंतर ६० टन द्रवरूप हेलियम वापरून हे तापमान सध्याच्या विश्वाच्या सरासरी तापमानाएवढं म्हणजे, वजा २७१.३ अंश सेल्सीयस इतकं कमी करण्यात येतं.

* हे यंत्र पूर्णपणे कार्यरत झाल्यावर यामधून अब्जावधी प्रोटॉन प्रकाशाच्या वेगाच्या ९९.९९ टक्के वेगाने प्रवास करतील. या प्रवासादरम्यान ते सुमारे २७ किलोमीटर हे अंतर एका सेकंदात ११२४५ वेळा कापतील.

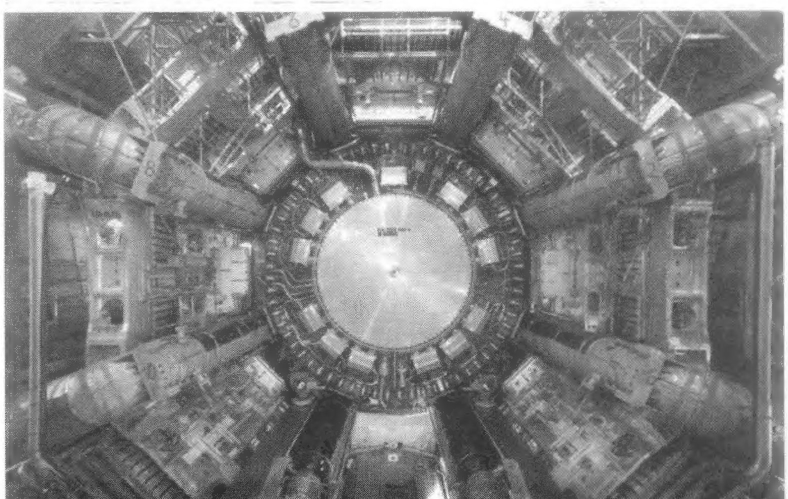
* एकाच वेळी अतिशीत आणि त्याचवेळी अतिउष्ण तापमान या यंत्रामध्ये असणार आहे. जेव्हा प्रोटॉनचे दोन प्रवाह एकमेकांवर आदळतील तेव्हा सूर्याच्या अंतरंगात असलेल्या तापमानाच्या १००००० पट तापमान निर्माण होईल. त्याचवेळी क्रायोजेनिक इंजिनाच्या मदतीने खेळवण्यात आलेला द्रवरूप हेलियमचा प्रवाह लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडरचं तापमान वजा २७१.३ अंश सेल्सीयस एवढं म्हणजे अवकाशातल्या तापमानापेक्षाही कमी ठेवेल.

* लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडरमध्ये प्रत्येक सेकंदाला ६०० दशलक्ष प्रोटॉन एकमेकांवर आदळतील. सुक्ष्मकणांची एवढया मोठया प्रमाणावर टक्कर घडवून आणण्याचा हा पहिलाच प्रयत्न!

* या महाप्रयोगामधून मिळालेल्या महितीचं विश्लेषण आणि अभ्यास करण्यासाठी जगभरातल्या हजारो वैज्ञानिकांना पुढची १५ वर्ष लागतील कारण, या प्रयोगातून दरवर्षी मिळणारी माहिती दुहेरी थर असलेल्या १००००० डीव्हीडी भरतील इतकी असणार आहे.

* लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडरच्या सहाय्याने केले जाणारे प्रयोग : एकूण प्रयोगांची संख्या ६. त्यापैकी २ अत्यंत महत्वाचे आणि मोठे प्रयोग. या ६ प्रयोगांची नावं अशी- ATLAS, CMS, ALICE and LHCb, TOTEM and LHCf.

* लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडर पुढची १५ वर्ष तरी साथ देईल, असा शास्त्रज्ञांचा अंदाज आहे.



लार्ज हॅड्रॉन कोलाईडर मशिन

■ ■ ■

पारिभाषिक शब्दसूची

अणू विखंडक	Atomic smasher
महास्फोट	Big Bang
कृष्णविवर	Black hole
कृष्णवस्तूमान	Black matter
परिघ	Circumference
टक्कर	Collision
वैश्विक प्रारणे	Cosmic radiations
विद्युतप्रभार	Electric charge
विद्युत परिपथ	Electric circuit
विद्युतचुंबक	Electromagnet
विद्युतचुंबकीय क्षेत्र	Electromagnetic field
विद्युतचुंबकीय बल	Electromagnetic force
उर्जा	Energy
प्रसरण	Expansion
कंप्रता	Frequency
मूलकण	Fundamental particles
दिर्घिका	Galaxy
गुरूत्वीय बल	Gravitational force
वस्तूमान	Mass
अणूकेंद्रकीय बल	Nuclear force
सुक्ष्म कण त्वरक	Particle Accelerator
प्रारणे	Radiations
रेडियो लहरी	Radio waves
तरंगलांबी	Wacelength
क्षीण बल	Weak force
विश्व	Universe

■ ■ ■

१० सप्टेंबर २००८. विश्वाच्या निर्मितीचं रहस्य जाणून घेण्यासाठी महास्फोटाच्या प्रयोगाला सुरूवात झाली आणि सर्वसामान्यांच्या काळजाचा ठोका मात्र चुकला. अनेक तर्कवितर्कांना सुरूवात झाली. या प्रयोगाच्या घटनेमुळे जगभरात खळबळ माजली. कारण, या शास्त्रज्ञांच्या प्रयोगाला यश आलं आणि खरोखरच महास्फोट होऊन पृथ्वीचाच विनाश झाला तर? काही वैज्ञानिकांनीसुद्धा हा प्रयोग होऊ नये यासाठी न्यायालयाचा दरवाजा ठोठावला.

विश्वनिर्मितीचं रहस्य जाणून घेण्यासाठी केला जाणारा हा बहुचर्चित आणि वादग्रस्त ठरलेला महास्फोटाचा महाप्रयोग आहे तरी कसा, जिनिव्हा शहराजवळ सुरू केला जाणारा 'बिग बँग' चा प्रयोग हा समस्त मानव जातीच्या कल्याणासाठी आहे, की आपल्या पृथ्वीच्या विनाशाची रंगीत तालीम आहे, अशा अनेक प्रश्नांचा वेध घेतानाच त्यामागचं विज्ञान अतिशय सोप्या भाषेत आणि रंजकतेनं सांगणारं हे पुस्तक आपण नक्कीच वाचायला हवं.

Abhishek Typesetters & Publishers
D.B. Sathe Co-op. Hsg. Soc.,1243 Sadashiv Peth, Pune 411 030. Tel. : 020-24471061 E-mail : abhishekpublishers@yahoo.co.in